

SÉRIE A, N° 3965.

N° D'ORDRE: 4816.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Philippe DREUX

Première thèse. — RECHERCHES ÉCOLOGIQUES ET BIOGÉOGRAPHIQUES
SUR LES ORTHOPTÈRES DES ALPES FRANÇAISES.

Deuxième thèse. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

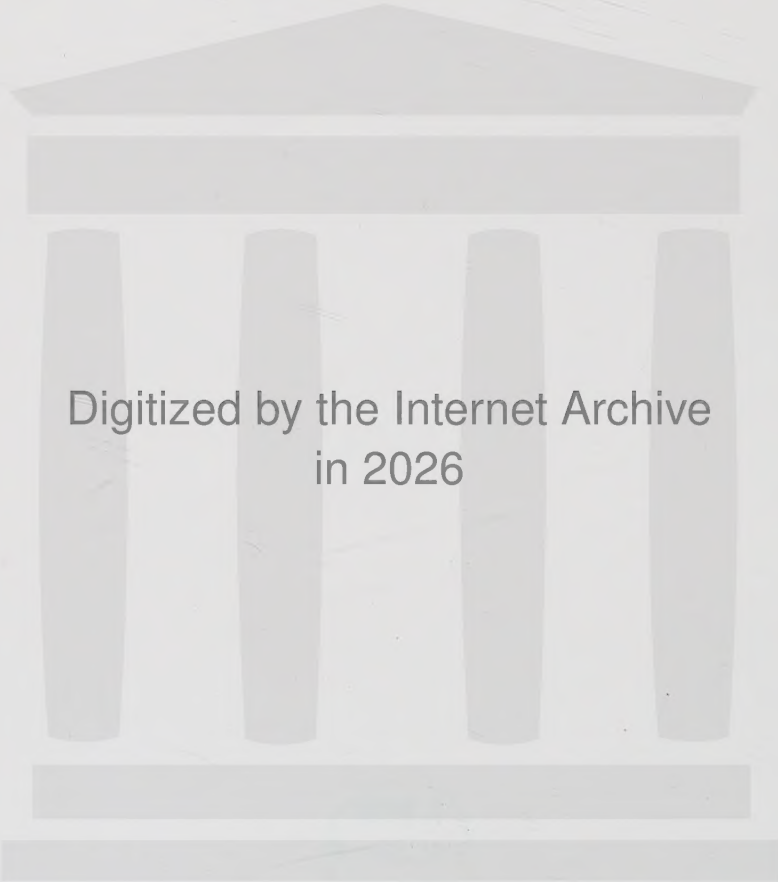
Soutenues le **06 NOV. 1962** devant la Commission d'examen :

MM. GRASSÉ	} <i>Examineurs.</i>	<i>Président.</i>
LAMOTTE		
BERGERARD		

PARIS

MASSON & C^{ie}, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120

1962



Digitized by the Internet Archive
in 2026

SÉRIE A, N° 3965.

N° D'ORDRE: 4816.

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Philippe DREUX

Première thèse. — RECHERCHES ÉCOLOGIQUES ET BIOGÉOGRAPHIQUES
SUR LES ORTHOPTÈRES DES ALPES FRANÇAISES.

Deuxième thèse. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le

devant la Commission d'examen :

MM. GRASSÉ	<i>Président.</i>
LAMOTTE	} <i>Examineurs.</i>
BERGERARD	



PARIS

MASSON & C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120

1962

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Doyen M. ZAMANSKY.

PROFESSEURS

G. JULIA	T Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	VASSY	T Physique de l'atmosph.
DE BROGLIE	T Théories physiques.	DESTOUCHES	T Théories physiques.
PRENANT	T Anat. et Histol. comp.	AMIEL	T Chimie générale.
GRASSÉ	T Evol. des êtres organisés.	HOCART	T Minéralogie et cristall.
PRÉVOST	T Chimie organique.	J.-P. MATHIEU	T Physique (Optique).
CHAUDRON	T Chimie appliquée.	COUTEAUX	T Biologie anim. (P. C. B.).
WYART	T Minéralogie et cristall.	MAY	T Zoologie (Orsay).
TEISSIER	T Zoologie.	CHOQUET	T Théor. des fonctions et topologie.
MANGENOT	T Biologie végét. (Orsay).	FELDMANN	T Biologie végétale marine.
P. AUGER	T Physique quant. et relat.	GUINIER	T Phys. des solides (Orsay).
MONNIER	T Physiologie générale.	JOST	T Physiologie comparée.
PIVETEAU	T Paléontologie.	FORTET	T Calcul des probabilités et physique mathémat.
ROCARD	T Physique (E. N. S.).	SCHWARTZ	T Calc. diff. et intégr.
H. CARTAN	T Mathématiques (E. N. S.).	CHOUARD	T Physiologie végétale.
LAFFITTE	T Chimie générale.	MALAVARD	T Aviation (Tech. aéronautique).
FAVARD	T Géométrie supérieure.	BRELOT	T Calcul différentiel et intégral.
COULOMB	T Physique du Globe.	NORMANT	T Synthèse organ. génér.
M ^{lle} COUSIN	T Biol. anim. (S. P. C. N.).	BENARD	T Chimie minérale.
CHRÉTIEN	T Chimie minérale.	BUVAT	T Botanique (E. N. S.).
P. DRACH	T Zoologie.	DUGUÉ	T Statistiques mathémat.
KASTLER	T Physique (E. N. S.).	SOULAIRAC	T Psychophysiologie.
EPHROSSI	T Génétique.	ULRICH	T Physiologie végétale.
RIVIÈRE	T Géol. (S.P.C.N.) et sédim.	MARÉCHAL	T Optique théor. et appl.
GAUTHÉRET	T Biologie végét. (P. C. B.).	KIRRMANN	T Théories chimiques.
R. LUCAS	T Recherches physiques.	CHADEFAUD	T Botanique.
A. THOMAS	T Biologie cellulaire.	M ^{lle} LE BRETON	T Physiol. de la nutr.
ARNULF	T Optique appliquée.	SALEM	T Mathématiques générales.
M. MORAND	T Enseig. de physique.	LELONG	T Applic. de l'analyse à la géométrie.
SOLEILLET	T Physique (P. C. B.).	DEVILLERS	T Anat. et histol. comp.
FORTIER	T Mécan. expér. des fluides.	EHRESMANN	T Topologie algébrique.
DANJON	T Astronomie.	FRANÇON	T Physique (S. P. C. N.).
PETIT	T Biologie maritime.	GLANGEAUD	T Géogr. phys. et géol. dyn.
QUENEY	T Météorologie et dynamique atmosphérique.	GODEMENT	T Mathématiques (M. P. C.).
GALLIEN	T Embryologie.	PISOT	T Techniques mathémat. de la Physique.
EICHORN	T Botanique.	E. ROCH	T Géologie.
DE CUGNAC	T Biol. végét. (S. P. C. N.).	SCHATZMANN	T Astrophysique.
M ^{lle} CAUCHOIS	T Chimie physique.	TERMIER	T Paléontol. stratigraph.
THELLIER	T Physique du Globe.	ZAMANSKY	T Mathémat. générales.
L'HÉRITIER	T Biologie gén. (Orsay).	LENNUIER	T Physique (M. G. P.).
GRIVET	T Radio-Électricité (Orsay).	RIZET	T Génétique (Orsay).
PONCIN	T Mécanique générale.	ROUTHIER	T Géologie appliquée.
DUBREIL	T Arithmétique et théorie des nombres.	M ^{me} TONNELAT	T Physique théorique.
QUELET	T Chimie organique.	DIXMIER	T Mathématiques (M. P. C.).
CAGNIARD	T Géophysique appliquée.	SOUCHAY	T Chimie générale.
CHAMPTIER	T Chimie macromolécul.	AIGRAIN	T Electrotechn. génér.
CUVILLIER	T Micropaléontologie.	BRUSSET	T Chimie systématique.
JUNG	T Pétrographie.	M. LÉVY	T Physique théorique des hautes énerg. (Orsay).
TRILLAT	T Microscopie et diffraction électronique.	M ^{me} CHAIX	T Chimie biologique.
WIEMANN	T Chimie org. et structur.	M ^{me} HUREL-PY	T Biol. végétale (P. C. B.).
JACQUINOT	T Spectroscopie et physique céleste (Orsay).		

Professeurs (suite).

PIAUX	T Chimie (M. P. C.).
BRUN	T Mécan. théor. des fluides.
LEDERER	T Chimie biologique.
M ^{me} DUBREIL	T Mathém. (Agrégation).
M ^{me} LELONG	T Mathématiques (E. N. S.).
BELLAIR	T Géologie (S. P. C. N.).
COTTE	T Physique électricité.
J.-E. DUBOIS	T Chimie organique.
LAMOTTE	T Zoologie (E. N. S.).
A. MICHEL	T Chimie minér. (Orsay).
OLMER	T Energétique générale.
ROUAULT	T Electricité (Orsay).
GAUTHIER	T Mécanique appliquée.
BARCHIEWITZ	T Chimie physique.
BROSSEL	T Physique atomique.
BUSER	T Physiologie comparée.
CAMUS	T Phys. végét. (B.M.P.V.).
CASTAING	T Physique (Orsay).
CURIEN	T Minéral. et cristallogr.
MOYSE	T Physiol. végét. (Orsay).
NOIROT	T Evol. des êtres organisés.
PANNETIER	T Chimie génér. (Orsay).
POSSOMPÈS	T Zoologie.
PULLMANN	T Chimie théorique.
TEILLAC	T Physique nucl. et radio-activité.
TONNELAT	T Biol. physico-chimique.
VILLE	T Econométrie.
WILLEMART	T Chimie (P. C. B.).
DODÉ	T Chimie (Orsay).
FREYMANN	T Recherches physiques.
GUINOCHE	T Biologie vég. (S.P.C.N.). (Orsay).
ROLLET	T Chimie (P. C. B.).
M ^{lle} JOSIEN	T Chimie (S. P. C. N.).
CHEVALLÉY	T Géomér. algèbre. et théor. des groupes.
ARNOULT	T Electronique (Orsay).
CHAPELLE	T Physique (Orsay).
DELANGE	T Mathématiques (Orsay).
DENY	T Mathém. génér. (Orsay).
GERMAIN	T Mécan. théor. des fluides.
G. LUCAS	T Géologie.
ALLARD	T Chimie physique.
BERTHELOT	T Phys. fond. des hautes énergies (Orsay).
BRICARD	T Météorol. et physique de l'atmosphère.
M ^{me} ALBE-FESSARD	T Psychophysiologie.
FRIEDEL	T Physique des solides (Orsay).
M. JULIA	Etudes des moléculaires naturelles complexes.
LENDER	T Biol. animale (S. P. C. N.) (Orsay).
MAGAT	Physico-chim. des radio-éléments.
M ^{lle} QUINTIN	T Electrochimie.
MONOD	T Chimie du métabolisme.
BENOIT	T Physiol. anim. (Orsay).
DE POSSEL	T Analyse numérique.
CHARLOT	T Chimie analytique.

HAISSINSKY	T Radiochimie.
LÉMÉE	T Physiol. vég. (B.M.P.V.) (Orsay).
GUÉRIN	T Chimie (M. P. C.).
M. CHATELET	T Chimie (P. C. B.).
JEAN	T Phys. nucl. (Orsay).
MATTLER	T Physique (S. P. C. N.).
LOUIS MICHEL	Phys. théor. des hautes énergies (Orsay).
BERGERARD	T Zoologie (Orsay).
BERTEIN	T Electronique (Orsay).
BOUSSIÈRES	Chimie des radio - élém. (Orsay).
M ^{me} COUTURE	T Thermodynamique et méc. physique.
ELLENBERGER	T Géol. appl. sur le terrain.
FRANC	Biol. animale (P. C. B.).
SCHNELL	Botan. tropicale (Orsay).
STOLKOWSKI	Physiologie générale.
ACHER	Chimie biol. (Orsay).
BAUDOIN	Biol. anim. (P. C. B.).
BEAUMONT	Biol. anim. (S. P. C. N.).
BLAMONT	T Géophys., Ionosphère.
BOURREAU	Botanique.
D. CURIE	Physique (M. G. P.).
DURAND-DELGA	Géologie.
FRÉON	T Chimie organ. (Orsay).
HELLER	T Physiologie végétale.
TORTRAT	T Calcul des probabilités.
CAILLEUX	Géologie (S. P. C. N.).
MAGNAN	T Physique (S. P. C. N.).
DAUDEL	T Mécan. ondul. appl. à la chimie théor. et à la phys. nucl.
M ^{lle} FOURCROY	Biol. végét. (S. P. C. N.).
M ^{me} CHOQUET-BRUCHAT	T Méc. analytique et Méc. céleste.
M ^{lle} VEIL	Physiologie générale.
LWOFF	T Microbiologie.
SIESTRUNK	T Mécan. phys. et expér.
LACOMBE	T Métal. des métaux Nucl.
BROCHARD	T Physique P.C.B. (Orsay).
CABANNES	T Mécanique générale.
LESIEUR	T Math. (M. C. P.) (Orsay).
MAZET	T Mécan. génér. (Orsay).
CAIRE	Géographie physique et Géol. dynamique.
COMOLET	T Mécanique des fluides.
CORABOEUF	Physiologie animale.
DELLOUE	Physique de l'exosphère.
GORENLOT	Botanique II (Orsay).
HOULLON	Biol. anim. (P. C. B.).
JULLIEN J.	Chimie (P. C. B.).
MALGRANGE	T Tech. math. de la phys.
OLIVIER	Anthropologie.
NOZERAN	T Botanique II (Orsay).
BLANC-LAPIERRE	Phys. (E. N. S.) (Orsay).
CHEVAUGEON	T Botanique (Orsay).
KAHANE	T Mathématiques (Orsay).
SAMUEL	T Mathém. (E.N.S. féminin.).
KOURGANOFF	T Astronomie (Orsay).
THIRY	T Mécanique céleste.

Secrétaire général R. POUILLAIN.

RECHERCHES ÉCOLOGIQUES ET BIOGÉOGRAPHIQUES SUR LES ORTHOPTÈRES DES ALPES FRANÇAISES

(PREMIÈRE PARTIE)

Par Philippe DREUX

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	325
INTRODUCTION	326
MÉTHODES DE RÉCOLTE : LES RELEVÉS	331
MÉTHODES D'ÉTUDE DES RELEVÉS	341
 I. — ETUDE DES POPULATIONS RÉGIONALES	356
Les régions biogéographiques des Alpes françaises.....	356
A. — <i>Alpes du Nord</i>	361
La région subalpine nord (p. 361) ; Les massifs du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges (p. 370) ; La Vanoise (p. 380) ; La région entre Maurienne et Romanche (p. 395) ; Le Champsaur et le Dévoluy (p. 404) ; Le Pelvoux (p. 407).	
B. — <i>Alpes du Sud</i>	415
La région subalpine sud (p. 415) ; Le Mont Ventoux et la Montagne de Lure (p. 419) ; Le Briançonnais et le Queyras (p. 428) ; L'Ubaye et l'Embrunais (p. 436) ; Les Basses Alpes (p. 443) ; Les Alpes Maritimes (p. 450).	
 II. — ETUDE ÉCOLOGIQUE DES ESPÈCES	461
Introduction	461
A. — <i>Ensifères</i>	462
<i>Tettigonia viridissima</i> (p. 462) ; <i>Tettigonia cantans</i> (p. 466) ; <i>Antaxius pedestris</i> (p. 473) ; <i>Anonconotus alpinus</i> (p. 479) ; <i>Pholidoptera chabrieri</i> (p. 486) ; <i>Pholidoptera griseoaptera</i> (p. 489) ; <i>Platycleis denticulata</i> (p. 492) ; <i>Platycleis tessellata</i> (p. 498) ; <i>Melrioptera brachyptera</i> (p. 500) ;	

Metrioptera saussuriana (p. 504); *Metrioptera bicolor* (p. 510); *Metrioptera ræseli* (p. 516); *Decticus verrucivorus* (p. 522); *Ephippiger ephippiger* (p. 527); *Ephippiger bormansi* et *Ephippiger terrestris minor* (p. 533); *Tettigonoidea* exceptionnellement rencontrés dans les Alpes françaises (p. 536); les Grillons (p. 540).

B. — Acridiens 545

Les *Tetrix* (p. 545); *Melanoplus frigidus* (p. 547); *Podisma alpina* (p. 553); *Podisma pedestris* (p. 561); *Cophopodisma pedemontana* (p. 568); *Calliptamus italicus* (p. 571); *Psophus stridulus* (p. 575); *Ædipoda cærulescens* (p. 582); *Ædipoda germanica* (p. 587); autres *Ædipodinae* du complexe xérophile (p. 592); *Mecostethus grossus* (p. 595); *Chrysoschraon dispar* (p. 599); *Euthystira brachyptera* (p. 604); *Stenobothrus lineatus* (p. 610); *Stenobothrus nigromaculatus* (p. 616); *Stenobothrus grammicus* (p. 622); *Stenobothrus fischeri* (p. 625); *Crotalacris rubicundus* (p. 627); *Omocestus viridulus* (p. 632); *Omocestus ventralis* (p. 638); *Omocestus hæmorrhoidalis - petræus* (p. 641); *Stauroderus scalaris* (p. 648); *Glyptobothrus apricarius* (p. 655); *Glyptobothrus saulcyi daimei* (p. 662); *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* (p. 668); *Chorthippus albomarginatus* et *Chorthippus dorsatus* (p. 675); *Chorthippus longicornis* (p. 679); *Euchorthippus declivus* (p. 687); *Myrmeleotettix maculatus* (p. 690); *Gomphocerus rufus* (p. 695); *Aeropedellus variegatus* (p. 699); *Aeropus sibiricus* (p. 701); *Acreptera fusca* (p. 708).

III. — ETUDE DE QUELQUES PROBLÈMES GÉNÉRAUX 715

Cycle annuel (p. 715); Densité globale des populations d'Orthoptères (p. 721); Le brachyptérisme des populations (p. 724); Les formes macroptères (p. 730); Composition quantitative de la faune d'Orthoptères des Alpes françaises (p. 734); Classification écologique des espèces (p. 736); Origine des différents constituants de la faune des Alpes françaises (p. 750).

CONCLUSION GÉNÉRALE 755

BIBLIOGRAPHIE 760

AVANT-PROPOS

Je dois avant tout rendre hommage à la mémoire de M. le Professeur ROBERT LÉVY qui fut mon maître durant mes années d'étude et guida mes premiers pas dans la recherche avec la bienveillance qui frappait tous ceux qui le connaissaient; quelques années plus tard, il m'honora de sa confiance en m'accueillant comme chef de travaux au Laboratoire de Zoologie de l'Ecole Normale Supérieure qu'il devait diriger jusqu'à sa mort.

Je suis heureux de pouvoir exprimer ici ma profonde reconnaissance à l'égard de M. le Professeur PIERRE-P. GRASSÉ, membre de l'Institut, qui a dirigé mon travail depuis l'origine, sans s'impatienter devant la nécessaire, mais parfois décourageante lenteur de sa progression. Son mémoire sur l'écologie et la biogéographie des Orthoptères, auquel je me suis constamment reporté pendant mes recherches, a été le premier à introduire dans ce domaine des évaluations quantitatives indispensables à la compréhension des phénomènes. J'ai toujours admiré, bien qu'il fût surtout préoccupé maintenant par d'autres sujets, sa grande compétence et les vues vastes et profondes qu'il avait sur celui-ci.

M. le Professeur M. LAMOTTE a été pour moi plus un ami qu'un supérieur et sa grande expérience de l'écologie m'a été très précieuse, en permettant une meilleure utilisation et une compréhension plus parfaite des résultats de ces recherches; je lui en ai une profonde gratitude.

M. le Professeur R. BUVAT m'a procuré mon premier poste comme agrégé-préparateur dans son laboratoire, en acceptant de me voir travailler dans un domaine bien différent du sien; je le remercie très vivement de sa compréhension si bienveillante et si amicale.

M. le Professeur L. CHOPARD m'a été d'une extrême utilité en m'accordant sans compter les trésors de son immense compétence sur la systématique si délicate des Orthoptères et en m'ouvrant largement l'accès des précieuses collections du Muséum. Je suis heureux de pouvoir lui exprimer ici toute ma gratitude.

Quelques amis m'ont accompagné dans certaines de mes tournées sur le terrain en m'accordant leur aide dans l'ingrate besogne des prélèvements quantitatifs, principalement M^{me} F. FINAS, MM. P. AYCOBERRY, A. BILLAZ, A. BLANCHARD, F. BRUHAT, A. LEBEAU, A. LORRAIN; qu'ils trouvent tous ici l'expression de ma reconnaissance.

Je remercie vivement M^{me} M. ROGNÉ-TIENNOT et M^{lle} Y. DUC dont la contribution a été très précieuse pour l'illustration de ce travail, ainsi que tout le personnel du Laboratoire de Zoologie de l'Ecole Normale Supérieure dont j'ai vivement apprécié l'aide matérielle au cours de mes recherches.

INTRODUCTION

Il est connu depuis longtemps déjà que les Orthoptères constituent un excellent matériel pour les études écologiques. Beaucoup d'entre eux sont des animaux peu mobiles, restant confinés toute leur vie sur le milieu favorable, dans un faible périmètre; même chez les espèces qui volent bien, l'attraction pour certains biotopes restreint leurs déplacements. De plus, les grands rassemblements d'individus sur de petites surfaces permettent l'emploi fructueux de méthodes statistiques, et donnent par prélèvements une bonne idée de la composition des populations. FRANZ (1933) a même pu considérer certaines espèces d'Orthoptères comme de véritables « indicateurs » des conditions microclimatiques d'un milieu, suivi par MARCHAND (1953).

Il n'est donc pas étonnant que de nombreux auteurs aient recherché et déterminé d'une façon plus ou moins précise la composition en espèces, qualitative ou même quantitative, de la faune d'Orthoptères peuplant les différents milieux d'une région déterminée; cette étude, intéressante et relativement facile, permet de préciser les exigences microclimatiques de chaque espèce, lorsqu'elle a été suffisamment poussée; et la réunion, et la synthèse, de plusieurs de ces études dans des régions pas trop éloignées les unes des autres peut être fructueuse.

MORSE (1904), VESTAL (1913) ont ouvert la voie à ces études en Amérique, suivis par FOX (1915), REHN et HEBARD (1916), BUCKELL (1921), ISELY (1937), STROHECKER (1937), URQUHART (1941), CANTRALL (1943), FRIAUF (1953), faisant chacun l'étude précise d'une petite région déterminée. Dans tous les autres pays, des recherches analogues ont été faites et il serait difficile de les citer toutes; on retiendra surtout les travaux de BARANOW et BEI-BIENKO (1926), BEI-BIENKO (1930) et CHETYRKINA (1952) en U. R. S. S.; ceux de ZACHER (1915), EBNER (1937), RABELER (1955), TEICHMANN (1955 et 1958) en Allemagne et en Autriche, ce dernier auteur ayant aussi étudié la Corse; HOFMÄNNER (1951) en Suisse; GALVAGNI (1954, 1956, 1959) et BACCETTI (1958) en Italie; KOZMINSKI (1925) en Pologne; RAMME (1951) dans le Sud-Est de l'Europe et le Proche-Orient; RANDON (1932) en France. Ces études sont malheureusement, en général, très localisées.

Le travail de FRUHSTORFER (1921), plus ambitieux et excellent, a porté sur l'ensemble de la Suisse et même débordé sur les pays voisins, donnant une bonne idée de la répartition géographique des espèces.

Enfin, en France, GRASSÉ (1929) a donné un important travail sur une foule de milieux naturels du midi de la France, accompagné de réflexions générales sur la manière de traiter un tel problème dont, au cours de toutes nos recherches, il nous a été donné d'apprécier la justesse et la profondeur; nous avons souvent regretté que les milieux étudiés dans ce travail n'aient été que bien rarement proches de ceux qui nous ont occupé. Dans cet ouvrage, les problèmes sont abordés pour la première fois de manière *quantitative*, chose d'importance capitale; la lecture de cet article nous a été au moins aussi utile que tout le reste de la bibliographie; et, malgré sa longueur relative, nous avons toujours regretté qu'il soit trop succinct.

L'idée fondamentale du présent travail a été de s'élever au-dessus de la répartition des espèces dans les microclimats et d'étudier leur répartition à une échelle beaucoup plus vaste où l'influence du macroclimat pourrait se faire sentir et jouer un rôle prépondérant. Il serait ainsi possible de relier directement la distribution géographique d'une espèce à ses exigences écologiques exprimées par rapport au macroclimat et non plus par rapport aux phénomènes tout à fait locaux du microclimat; en d'autres termes, il s'agissait de définir les facteurs limitant la distribution d'une espèce à l'échelle d'un pays et non d'une vallée ou d'un massif. La solution de ce problème comporte deux corollaires: connaissant la répartition géographique d'une espèce, on peut en déduire les grands traits de son écologie; connaissant ses limites écologiques, on doit pouvoir prévoir sa distribution bien au-delà des régions où elles ont été déterminées.

Cette étude exige le choix d'une région bien définie, mais très étendue et de climat suffisamment varié; les Alpes françaises répondaient de façon assez satisfaisante à ces conditions et ont été prises pour terrain d'observation; circonstance favorable, les Orthoptères y sont abondants et variés.

Il était nécessaire de connaître sur ce territoire étendu le plus grand nombre possible d'échantillonnages de la faune, qualitativement et si possible quantitativement, afin d'avoir une idée de la répartition des espèces. Pour cela, il a été fait sur toutes les Alpes françaises environ 300 relevés constituant une image approximativement exacte de la population locale. L'étude de la composition de ces relevés, répartis le plus équitablement possible dans toutes les régions, à toutes les altitudes et au cours d'une série d'étés, permettait de tirer les conclusions voulues. Neuf saisons de captures ont été nécessaires pour faire tous les prélèvements indispensables, et ce n'est qu'une fois ce travail terminé, et en possession de tous les relevés, qu'il était possible d'en faire une étude d'ensemble, tout résultat partiel étant à peu près fatalement entaché d'erreurs plus ou moins graves. On ne se dissimulera pas que 1 000 relevés auraient permis une bien meilleure étude, beaucoup plus digne de foi, que 300, mais ce travail

déjà très long serait devenu interminable et il a bien fallu se contenter du matériel obtenu.

Il était évidemment nécessaire d'adopter certaines limites bien précises, tant au point de vue systématique que géographique. Initialement, on a ramassé dans les relevés tous les Orthoptéroïdes rencontrés : Orthoptères vrais, Dictyoptères, Chéleutoptères et Dermaptères; Isoptères et Embioptères n'ont jamais apparus, et ne se trouvent certainement pas, dans le territoire exploré. Dans le dépouillement des résultats, on a résolu de se limiter aux Orthoptères, les trois autres ordres n'apparaissant qu'en nombre négligeable, ne permettant pas de conclusions valables sur les espèces qui les forment; elles figurent dans les relevés, mais n'ont pas donné lieu à des études individuelles. Pour la même raison, il a souvent fallu laisser de côté la petite famille des *Tetrigidæ* dont les espèces n'ont été rencontrées qu'en fort petit nombre et sont d'ailleurs de détermination difficile et souvent incertaine.

La limitation du territoire étudié (fig. 1) était forcément arbitraire et n'est d'ailleurs pas fixée d'une façon absolument précise. Il comprend en fait tous les pays montagneux à l'ouest de la frontière franco-italienne et franco-helvétique, au sud du lac Léman et à l'est du Rhône, à l'exception du Salève, considéré le plus souvent comme un chaînon avancé du Jura, et des chaînes provençales, d'altitude médiocre, plus ou moins isolées des Alpes véritables par les vallées du Verdon et de l'Argens : Sainte-Baume, Sainte-Victoire et autres. Pratiquement, il n'a été fait de relevés, sur les bords de ce vaste territoire, que lorsque la faune présentait encore un léger caractère montagnard, ne fût-ce que la présence d'un seul exemplaire d'une espèce qui ne se trouve guère en plaine. En effet, vers le Sud, lorsqu'on descend à une altitude inférieure à 1 000 m, la faune des Orthoptères perd généralement tout aspect alpin et se trouve formée d'espèces de plaine ou même franchement méditerranéennes. Cette faune méridionale, très différente et originale, a été considérée comme ne faisant pas partie du cadre de cette étude dont le sujet a été restreint aux populations d'Orthoptères des Alpes françaises.

Après un exposé rapide des méthodes employées et un examen de leur validité, l'ensemble de cette étude sera divisé en trois parties. La première sera une série d'exposés rapides cherchant à décrire les faunes d'Orthoptères des différentes régions des Alpes en indiquant les caractères originaux, présence, absence ou prédominance d'espèces, qui les différencient, et les variations dans ces faunes qui sont amenées par des microclimats différents. Il s'agira en somme d'une suite d'études régionales analogues à celles faites par les différents auteurs cités au début de cette introduction, mais portant généralement sur un territoire plus vaste. Toute la surface des Alpes françaises sera ainsi examinée.

La seconde partie sera formée d'une étude individuelle de toutes



FIG. 1. — Les Alpes françaises.

En grisé, les régions d'altitude supérieure à 2 000 m ;
 en pointillé, courbe d'altitude 1 000 m.

les espèces rencontrées sur ce territoire; il sera traité rapidement des espèces trouvées très rarement, car les renseignements obtenus sont alors incertains. Par contre, dès qu'une espèce est présente dans une dizaine de relevés — ou même moins si elle est très localisée —, on peut en faire une étude chorologique et par là même écologique, d'autant plus précise que l'on possède plus de documents sur elle. L'absence d'une espèce, ou sa présence en quantité plus ou moins grande dans un relevé, donc dans un territoire dont la position géographique même permet une certaine connaissance du climat, permet d'en tirer des conclusions qui aboutissent à définir les actions limitantes des grands facteurs climatiques, principalement humidité et température. Les limites écologiques trouvées sont comparées à ce qu'on connaît de la répartition géographique de l'espèce en dehors des Alpes pour voir si elles l'expliquent de façon satisfaisante, donnant lieu ainsi à une vérification naturelle. On verra que la méthode a donné dans la plupart des cas d'excellents résultats.

L'accumulation d'un aussi grand nombre de données sur la population d'Orthoptères des Alpes françaises a permis en plus de contribuer à l'étude d'une série de problèmes plus ou moins généraux sur ces Insectes, et fréquemment pour la première fois d'une manière quantitative; les résultats obtenus dans ce domaine feront l'objet de la troisième partie. On y trouvera des renseignements nouveaux sur le cycle annuel, la densité globale des populations, des estimations de la proportion des différentes espèces et un essai de classification écologique des Orthoptères des Alpes françaises, deux études sur le brachyptérisme considéré comme caractère d'une population et sur les formes macroptères d'espèces normalement brachyptères, enfin une contribution au problème du peuplement des Alpes françaises.

Ce travail verrait sa pleine justification et ses imperfections se corrigeraient d'elles-mêmes s'il était possible de l'étendre à l'ensemble des Alpes et à certains massifs voisins : Vosges, Pyrénées, Massif Central, Apennins. De plus, à une aussi vaste échelle, il serait possible de saisir des phénomènes chorologiques qui ne seraient pas dus à des facteurs écologiques, mais manifestement historiques, dont l'étude serait extrêmement féconde dans le domaine de l'Évolution.

Il pourra sembler facile de critiquer ce travail, où aucune méthode expérimentale ne vérifie l'observation. Outre le fait que, dans l'orientation bien précise — rapports des facteurs macroclimatiques et de l'écologie des espèces — que nous avons voulu lui donner, l'expérience soulève des difficultés quasi insurmontables, il nous a paru intéressant de voir ce qu'on pourrait obtenir dans ce domaine à l'aide d'une méthode unique poussée le plus loin possible.

MÉTHODES DE RÉCOLTE : LES RELEVÉS

Le principal fondement de cette étude est formé par des *relevés* quantitatifs, constituant des prélèvements de la population d'Orthoptères en un certain nombre de points répartis sur toute la superficie des Alpes françaises. Le but poursuivi est de donner une idée aussi exacte que possible de la composition de la faune en ces divers points.

Technique des relevés.

On choisit un emplacement, aussi étendu qu'on le peut, où les conditions paraissent à peu près homogènes. L'exposition, la pente, la nature du sol, l'aspect et la composition approximative de la végétation sont soigneusement notés; si possible, on essaye de se faire une idée, forcément subjective mais souvent intéressante, de l'humidité de l'endroit, pour laquelle les principaux facteurs d'appréciation sont la présence d'eau libre, en ruisseaux ou en filet, l'abondance plus ou moins grande de rosée, si l'heure y est favorable, et la nature de la formation végétale; la date et l'heure sont évidemment relevées.

Comme l'avait déjà signalé WEIDNER (1954) dans son travail sur les faunes d'Orthoptères du Wellenkalk, le sondage par coups de filet donne des résultats très décevants et a été très vite abandonné; il nous est arrivé plusieurs fois, lors des premiers relevés, de faucher dans une prairie où la population était pourtant très dense et de ne rien trouver dans la poche du filet; les insectes, très agiles, n'y rentrent pas ou s'en échappent aussitôt. Il est absolument nécessaire de recourir à la capture à la main, longue et difficile, mais beaucoup plus sûre.

Pendant la plus grande partie de la journée, les Orthoptères sont très mobiles, surtout à des altitudes assez basses. La méthode classique consistant à tracer un carré d'une superficie déterminée — 10 m sur 10 par exemple — et à essayer de récolter tout ce qui s'y trouve, excellente pour des plantes, ou des Coléoptères, est ici complètement illusoire. La seule méthode possible est de capturer le plus grand nombre possible d'individus dans un certain périmètre; après quelques sauts, les Orthoptères se fatiguent et se laissent finalement capturer si l'on prend soin de s'attacher successivement à un seul d'entre eux et de ne pas s'en laisser détourner jusqu'à sa prise.

Il est évident qu'il faut apporter une grande attention au fait que certaines espèces, moins agiles que d'autres, risquent d'être récoltées en trop grand nombre par rapport à l'ensemble de la population; au contraire, certaines autres, dont le vol est rapide, échappent facilement à la capture. Cependant, avec une certaine pratique, on arrive à tenir compte de ce facteur, ce qui est facilité par le fait heureux que les espèces très mobiles attirent souvent l'attention par le bruit de leur vol ou les vives couleurs de leurs ailes. Le prélèvement d'un échantillon de la faune devient ainsi en fait une opération où entre une part importante de réflexion, nécessaire pour tenir compte de la mobilité ou de la visibilité différente des espèces.

Lorsque l'espace choisi est assez vaste et présente des conditions assez homogènes, il est indispensable de s'y déplacer fréquemment pour éviter qu'une espèce rare, concentrée dans une partie de la surface envisagée, n'échappe totalement au relevé; il faut ainsi examiner avec soin le plus grand nombre possible d'Orthoptères, même si l'on ne peut les capturer tous. Une bonne connaissance des espèces est donc indispensable, et des relevés qui seraient faits uniquement par des profanes, sans la présence d'un spécialiste, seraient presque fatalement sujets à caution, sauf si un très grand nombre de spécimens étaient récoltés; et même dans ce cas, il est fort probable que l'échantillonnage ne donnerait pas une idée correcte des proportions de chaque espèce.

La réalisation de tels relevés est donc longue et difficile; si l'on songe qu'il faut encore se déplacer entre chacun d'eux, souvent à pied, et que le mauvais temps, fréquent l'été dans les Alpes, impose de longues périodes d'inaction, il est facile de voir que de nombreuses saisons sont nécessaires pour obtenir le nombre de relevés suffisant pour asseoir une telle étude.

Heureusement, les prélèvements ne sont pas toujours aussi difficiles et l'on peut s'aider de circonstances favorables, qui diminuent la mobilité des Insectes. Tout d'abord, les relevés de haute altitude sont généralement bien plus aisés : la basse température de l'air, l'aptérisme ou le vol difficile, les sauts moins puissants de beaucoup d'espèces alpines favorisent beaucoup leur capture. Le moindre nuage cachant le soleil rend les Orthoptères lents à se mouvoir aux altitudes élevées, ainsi qu'un ciel couvert aux altitudes plus basses. Enfin, tôt le matin ou peu avant le coucher du soleil, les insectes se déplacent à peine et on en capture facilement et rapidement un grand nombre. Il faut toutefois utiliser avec prudence ces heures tardives ou matinales où certaines espèces pourraient se dissimuler dans les buissons et échapper à l'observateur; il est nécessaire de profiter au maximum des périodes assez brèves où toutes les espèces sont sorties mais où leur mobilité est ralentie; un tel inconvénient n'existe pas si les Orthoptères n'ont pas de refuge, par exemple sur une pelouse très rase dont on fouille facilement la moindre touffe d'herbe.

L'utilisation successive des deux méthodes : prélèvement raisonné par captures — forcément difficiles — en plein midi en faisant intervenir des compensations approximatives pour les espèces plus ou moins mobiles, et ramassage à peu près total sur une superficie donnée à une heure plus froide, a permis de vérifier la première par la seconde en comparant les résultats, et aussi d'apprécier les circonstances où l'on pouvait appliquer la seconde sans craindre de laisser échapper des espèces plus frileuses dissimulées. Très rapidement, en deux saisons environ, il a été possible d'acquérir le coup d'œil permettant une appréciation sérieuse de la proportion de chacune des espèces dans une population; et, lorsqu'il était possible d'utiliser d'autres personnes pour aider aux récoltes, quelques conseils à chaque relevé permettaient un prélèvement valable.

L'effectif des relevés était très variable. Avec l'aide de plusieurs auxiliaires — malheureusement assez rare — et dans des circonstances favorables, il était possible de faire des prélèvements atteignant 300 Orthoptères sans y passer trop de temps. Seul, il a souvent été nécessaire de se limiter à la centaine, sauf en opérant aux brèves heures favorables, et même parfois à beaucoup moins, ce qui n'offre pas trop d'inconvénients si la densité de population est extrêmement faible ou si elle ne renferme qu'un très petit nombre d'espèces — 2 ou 3 — dont il suffit d'apprécier les proportions réciproques.

Pendant les dernières saisons de capture, on a même pu utiliser un simple comptage des individus de chaque espèce au fur et à mesure qu'ils étaient aperçus, pendant qu'on se déplaçait au hasard sur le lieu du relevé. Il convient évidemment de ne pas trop multiplier ces estimations sans prélèvement. Si l'expérience a montré qu'après plusieurs années de travail on peut se faire une idée exacte des proportions des espèces — à condition évidemment de pouvoir les reconnaître toutes d'un simple coup d'œil —, rien ne remplace le relevé matériel que l'on peut étudier à loisir, et l'on court toujours le risque de méconnaître une espèce rare que l'on prend pour une banalité très voisine. Un tel procédé n'est évidemment pas à recommander à quelqu'un qui débiterait dans un travail analogue, car il exige une grande pratique pour obtenir des résultats valables.

Au total, sur l'ensemble du territoire des Alpes françaises, il a été fait 295 relevés qui ont amené la capture d'environ 20 000 Orthoptères. Chacun porte un numéro dont le premier chiffre est le dernier du millésime de l'année.

Deux facteurs importants ont également été évalués pour la plupart des relevés : la proportion de jeunes dans l'ensemble de la population et la densité globale de la population au mètre carré. L'une et l'autre étaient estimées approximativement, par simple coup d'œil, à plusieurs reprises et en divers points du relevé. La vérification par prélèvement total a pu être faite plusieurs fois par la suite et a montré la valeur de ces estimations. Ce n'est toutefois qu'à partir

de la troisième campagne de prélèvements que leur validité est suffisante, mais les deux premières années ne représentent qu'une vingtaine de relevés sur 300 et leur part est donc assez négligeable si l'on en considère l'ensemble. Des études où ces données ont été utilisées, on retire l'impression que, malgré leur validité qui pourrait paraître douteuse si l'on s'attache à des déterminations absolues, on peut leur accorder une confiance très suffisante si on les considère comme ce qu'elles sont, c'est-à-dire de simples approximations; le fait qu'elles sont traitées le plus souvent sous formes de moyennes rend leur utilisation d'ailleurs beaucoup plus satisfaisante.

En plus des relevés proprement dits, il a été fait un nombre presque égal (250 environ) d'observations annexes sur le terrain; soit à une distance assez faible d'un relevé déjà existant — en remontant une vallée, on notait de temps en temps rapidement, par simple évaluation à vue de la constitution de la population, si celle-ci différait beaucoup de celle qui avait été échantillonnée; ce n'est que lorsqu'elle paraissait bien différente qu'un second relevé était fait; soit à une distance importante d'un relevé, mais si la population ne paraissait pas présenter un grand intérêt : par exemple à basse altitude, lorsque aucune espèce montagnarde n'était présente, ou lorsque les espèces, en très petit nombre, permettaient une facile évaluation de leurs proportions réciproques.

Ces estimations rapides étaient utiles surtout pour déterminer les endroits où un relevé semblait intéressant ou, s'il était déjà fait, sur quelle surface il demeurerait à peu près valable sans grosse erreur. Mais il n'a pas été tenu compte des proportions ainsi recueillies comme d'autant de relevés nouveaux, de peur d'introduire dans les statistiques des évaluations trop grossières, qui n'auraient pas la même valeur que celles des relevés comportant un prélèvement ou même un dénombrement.

Répartition des relevés (fig. 2).

Mieux qu'un dénombrement des relevés dans chacune des différentes régions naturelles des Alpes françaises qui seront définies plus loin, une carte montrera plus clairement leur répartition géographique. On peut toutefois signaler qu'il a été fait environ 180 relevés dans les Alpes du Nord et 120 dans les Alpes du Sud, ce qui est assez rationnel si l'on considère que dans les secondes, de superficie approximativement égale aux premières, les faunes qui ne contiennent que des espèces de plaine montent à une altitude plus élevée, rendant ainsi une grande partie de la surface de peu d'intérêt pour cette étude, d'autant plus que l'altitude moyenne des Alpes du Sud est nettement moins forte.

On étudiera plus tard la manière dont les relevés se répartissent

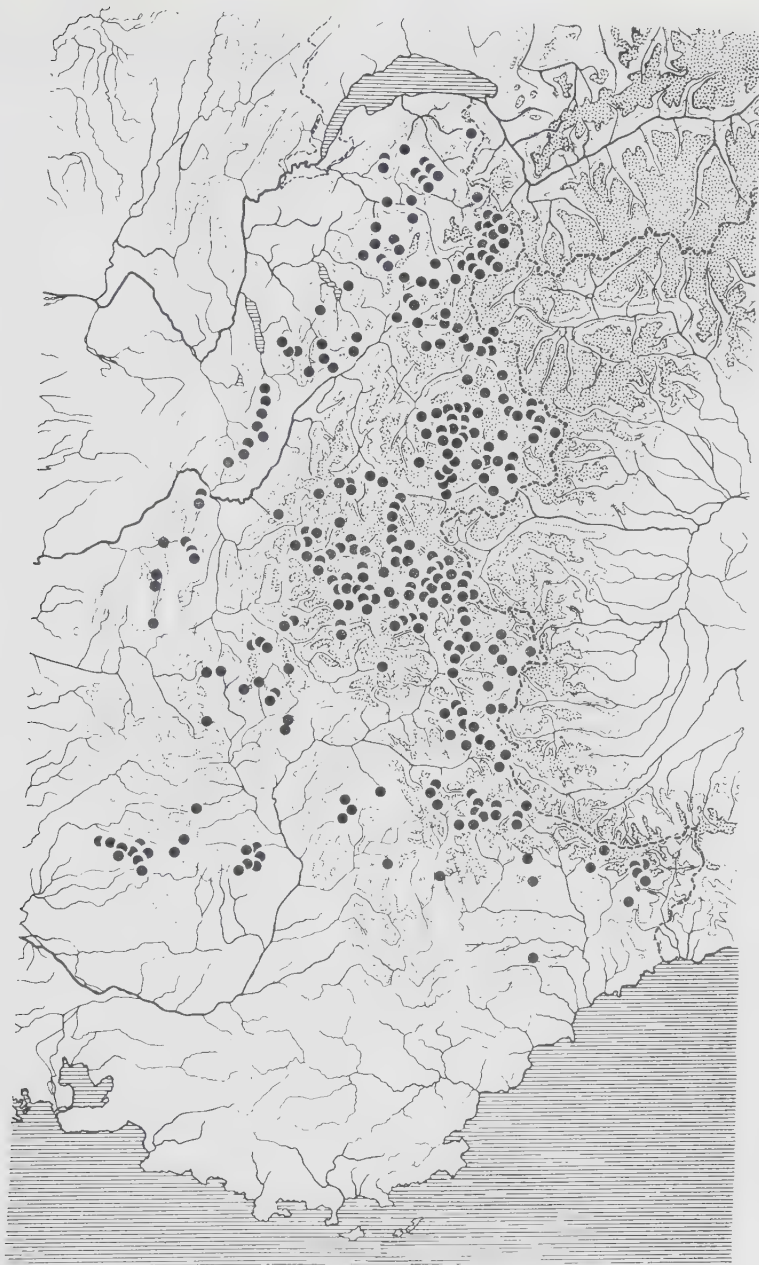


FIG. 2. — Localisation des relevés;
l'emplacement de chacun est indiqué par un cercle noir (•).

par rapport aux deux principaux facteurs climatiques, humidité et température; mais on peut dès maintenant donner leur répartition en fonction de l'altitude, facteur qui n'a pas besoin de définition plus

précise. Dans le tableau suivant, les relevés sont groupés par classes de 100 m d'altitude et le nombre de relevés par classe est indiqué en face de sa limite inférieure.

ALTITUDE EN MÈTRES	NOMBRE DE RELEVÉS	ALTITUDE EN MÈTRES	NOMBRE DE RELEVÉS	ALTITUDE EN MÈTRES	NOMBRE DE RELEVÉS
300	1	1 200	14	2 000	22
400	1	1 300	21	2 100	9
500	2	1 400	18	2 200	16
600	3	1 500	25	2 300	11
700	7	1 600	22	2 400	9
800	5	1 700	22	2 500	4
900	12	1 800	22	2 600	1
1 000	12	1 900	12	2 700	2
1 100	23				

Les relevés sont évidemment les plus nombreux aux altitudes moyennes où les populations intéressant cette étude sont les plus importantes; en effet, aux basses altitudes, jusque vers 600 m, on ne trouve que des espèces de plaine et la faune n'a pas du tout un caractère montagnard; on y a fait cependant quelques relevés à titre comparatif; les populations des altitudes très élevées sont au contraire fort intéressantes, mais deviennent vite très clairsemées; d'immenses espaces au-dessus de 2 400 m sont absolument dépourvus d'Orthoptères et il est rare de pouvoir y faire un relevé, même de faible densité. C'est pourquoi la grande majorité des relevés est comprise entre des altitudes de 700 et 2 500 m.

Valeur statistique.

Pour pouvoir admettre que l'échantillonnage de la faune réalisé dans un relevé donne une image fidèle de la composition de la population, il faut prendre certaines précautions. Afin d'étudier la validité de ces échantillonnages, il a été fait à diverses reprises, surtout les premières années de récolte, des prélèvements séparés qui ont été ensuite comparés au moyen de tests statistiques pour voir si les résultats qu'ils donnaient étaient compatibles.

Le premier problème, que nous avons déjà mentionné, est de savoir si un relevé fait à une heure où les Orthoptères sont très mobiles peut donner une idée valable de la population. Un bon exemple en a été pris au relevé 605, près du col du Petit Saint-Bernard. Un prélèvement a d'abord été fait dans l'après-midi, de la manière habituelle; le lendemain matin, d'assez bonne heure, un second prélèvement a été réalisé; il s'agissait d'une prairie fauchée, n'offrant guère de caches pouvant dissimuler les Orthoptères, et, à l'heure matinale où il était

fait, on était assuré de pouvoir faire rapidement un excellent échantillonnage de la population. Les deux résultats obtenus ont été consignés dans le tableau suivant :

ESPÈCES	PRÉLÈ- VEMENT DE L'APRÈS-MIDI	PRÉLÈ- VEMENT DU MATIN	TOTAL	χ^2
<i>Stauroderus scalaris</i>	57	53	110	0,52
<i>Arcyptera fusca</i>	10	20	30	2,70
<i>Chorthippus longicornis</i> ...	40	41	81	0,03
<i>Stenobothrus lineatus</i>	1	1	2	0,05
<i>Omocestus ventralis</i>	0	1	1	
<i>Glyptobothrus biguttulus</i> ..	1	0	1	
<i>Decticus verrucivorus</i>	4	4	8	
<i>Metrioptera bicolor</i>	3	3	6	
<i>Metrioptera rœseli</i>	2	3	5	3,30
	118	126	244	

Comme certaines espèces sont prises en très petit nombre, on réunit les effectifs des 6 les moins abondantes; il n'y a plus que 3 degrés de liberté et le χ^2 admissible doit être compris entre 0,5 et 7,5 environ pour un coefficient de sécurité de 95 %; on le trouve alors en fait voisin de 3,3, ce qui confirme la valeur des prélèvements.

Le relevé 605 avait été fait par un seul récoltant; lorsque l'on a pu avoir l'aide de quelques auxiliaires, leurs prélèvements réunis étaient comparés à nos prélèvements personnels, qui étaient mis à part. Généralement, quelques recommandations suffisaient à éviter des choix dans les prélèvements des auxiliaires, surtout s'ils étaient deux ou plusieurs, les écarts ayant alors quelques chances de se compenser. Voici deux exemples de tels relevés, le premier étant fait avec l'aide de 5 auxiliaires, le second de 3. Dans les deux cas les Orthoptères montraient une grande activité.

RELEVÉ 407. — LA BÉRARDE

ESPÈCES	PRÉLÈ- VEMENT PERSONNEL	PRÉLÈ- VEMENTS DES AUXILIAIRES	TOTAL	χ^2
<i>Stauroderus scalaris</i>	53	91	144	0,05
<i>Decticus verrucivorus</i>	3	9	12	0,60
<i>Omocestus hemorrhoidalis</i> ..	2	5	7	0,01
<i>Stenobothrus lineatus</i>	3	6	9	
<i>Tettigonia viridissima</i>	1	0	1	
<i>Glyptobothrus biguttulus</i> ..	1	0	1	
<i>Edipoda germanica</i>	0	1	1	
	63	112	175	0,66

Les 5 dernières espèces, capturées en trop petit nombre, ont été réunies. Il y a ainsi 2 degrés de liberté, ce qui autorise un χ^2 compris approximativement entre 0,1 et 6; la valeur trouvée étant inférieure à 1, l'accord entre les deux prélèvements est excellent.

RELEVÉ 408. — PONT DE CHAMPHORENT

ESPÈCES	PRÉLÈ- VEMENT PERSONNEL	PRÉLÈ- VEMENTS DES AUXILIAIRES	TOTAL	χ^2
<i>Stauroderus scalaris</i>	61	135	196	0,75
<i>Podisma pedestris</i>	11	11	22	2,52
<i>Stenobothrus lineatus</i>	11	21	32	0,00
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i> ..	1	1	2	0,75
<i>Glyptobothrus biguttulus</i> ..	3	3	6	
<i>Leptophyes punctatissima</i> ..	1	0	1	
<i>Decticus verrucivorus</i>	2	1	3	
<i>Tettigonia viridissima</i>	2	2	4	
<i>Tettigonia cantans</i>	0	4	4	
<i>Antaxius pedestris</i>	2	1	3	
<i>Psophus stridulus</i>	0	1	1	
<i>Glyptobothrus apricarius</i> ..	0	2	2	
	94	182	276	4,02

Seules les 3 premières espèces sont en nombre suffisant pour être traitées isolément; il y a donc 3 degrés de liberté et le χ^2 admissible est compris entre 0,5 et 7,5 environ; il est trouvé voisin de 4 et les deux évaluations de la composition de cette population sont compatibles. On voit donc que, à la condition de prendre certaines précautions, les prélèvements faits par des auxiliaires sont utilisables; il serait toutefois imprudent de les laisser opérer seuls, car leurs résultats ne pourraient alors être contrôlés.

Une troisième question se pose alors, et des plus importantes : en admettant qu'il soit fait avec toutes les conditions de sécurité nécessaire, un prélèvement donnera une idée convenable de la population d'Orthoptères en un point précis, à un moment précis; ce résultat sera-t-il valable définitivement ?

Il est déjà nécessaire de ne pas faire de relevés au mois de juillet; les jeunes, à peu près indéterminables, sont encore en trop grande proportion et, comme il est probable que toutes les espèces n'ont pas la même vitesse de développement, on sera fatalement amené, en ne considérant que les adultes, à minimiser la proportion de certaines espèces plus tardives ou même à les ignorer complètement; les relevés ne sont donc dignes de confiance que si la proportion des formes jeunes n'est pas trop grande, donc assez tard dans la saison; les mois d'août (surtout à partir du 10 environ) et de septembre sont les seuls utilisables, du moins dans le milieu montagnard; ce fait

a été reconnu très rapidement et, à partir de la troisième saison, les prélèvements n'ont plus guère été faits que dans cet intervalle de temps.

Malheureusement, même en prenant ces précautions, il n'est nullement obligatoire qu'un relevé, valable pour une année, le soit encore l'année suivante; de multiples causes s'y opposent : saison plus ou moins humide, favorisant certaines espèces, pontes perturbées l'année précédente par des froids précoces, épidémies intraspécifiques, etc. En fait, il serait étonnant que les proportions des espèces en un endroit donné soient immuables, même en ne considérant qu'une série d'un petit nombre d'années.

Un exemple le montrera bien; il s'agit d'une prairie, au Biolay, non loin de Chamonix, où des relevés ont été faits en 1950, 1951 et 1955, à des dates très voisines : 7 septembre, 29 août, 5 septembre. En voici les résultats :

ESPÈCES	RELEVÉS			
	(7)	(105)	(506)	TOTAL
<i>Stauroderus scalaris</i>	29	21	14	64
<i>Arcyptera fusca</i>	3	4	16	23
<i>Decticus verrucivorus</i>	3	0	13	16
<i>Tettigonia cantans</i>	1	2	2	5
<i>Tettigonia viridissima</i>	2	1	1	4
<i>Metrioptera saussuriana</i> ...	2	0	0	2
<i>Stenobothrus lineatus</i>	2	0	2	4
<i>Glyptobothrus biguttulus</i> ..	19	16	9	44
<i>Chorthippus longicornis</i> ...	19	11	56	86
<i>Platycleis denticulata</i>	0	2	13	15
<i>Ædipoda cærulescens</i>	0	3	0	3
<i>Euthystira brachyptera</i> ...	0	0	3	3
	80	60	129	269

Il n'est pas besoin de faire un test statistique pour montrer que ces relevés ne sont pas compatibles; si les espèces abondantes sont toujours présentes, leurs proportions varient trop largement; quant aux espèces peu fréquentes, elles peuvent manquer totalement. Pour beaucoup d'entre elles, l'influence des conditions météorologiques de la saison est manifeste; 1950 avait été une saison plutôt chaude et sèche, 1955 au contraire fort humide; 1951 était intermédiaire; or, *Stauroderus scalaris*, espèce xérophile, est beaucoup plus abondante en 1950, rare en 1955; c'est l'inverse pour *Arcyptera fusca*, nettement hygrophile; le même phénomène est presque aussi marqué entre *Glyptobothrus biguttulus*, xérophile, et *Chorthippus longicornis*, hygrophile; il est évidemment difficile de tirer des conclusions des espèces moins abondantes pour lesquelles l'influence de l'échantillonnage peut masquer ce phénomène. Mais on voit en tout cas très nettement là

l'influence des conditions météorologiques plus ou moins favorables aux différentes espèces, et il serait possible, si l'on possédait de nombreuses observations de ce type, d'en tirer des conclusions intéressantes sur l'écologie des espèces d'Orthoptères, par la différence de leurs proportions entre les relevés de différentes années, et de pouvoir ainsi préciser l'influence de l'ensoleillement, du nombre de jours de pluie ou des moyennes de température.

De pareils relevés ne sont guère encourageants sur la valeur d'un tel travail; heureusement, il arrive que les populations soient beaucoup plus stables, et c'est en général ce que l'on constate aux altitudes élevées où les espèces, moins nombreuses, semblent bien plus indépendantes des conditions météorologiques de la saison. Au col de l'Iseran, par exemple, on ne trouve qu'une population homogène d'*Aeropus sibiricus*, plus ou moins dense suivant les années et pouvant même manquer presque complètement. Près du col de Chavière, en Vanoise, on a trouvé au même endroit, en 1952 et 1953, deux populations composées d'*Aeropus sibiricus*, *Melanoplus frigidus* et *Anonconotus alpinus* en proportions quasi identiques. On comprend facilement, par contre, qu'en moyenne montagne où cohabitent de nombreuses espèces d'exigences très différentes, leurs proportions puissent beaucoup varier suivant l'année.

C'est pour cette raison que jamais, l'exploration d'une région n'a été faite au cours d'une seule saison, mais au contraire répartie sur deux et généralement plusieurs campagnes, compensant ainsi le plus possible les variations annuelles. Ainsi, le massif du Mont Blanc et les régions voisines ont été étudiés en 1950, 1951, 1955, 1958, la Vanoise en 1952, 1953, 1954, 1956, les Alpes-Maritimes en 1952 et 1957, le Pelvoux en 1951, 1954 et 1956, etc. Enfin, il ne faut pas oublier que ces variations annuelles, qui auraient des effets catastrophiques sur la valeur d'un travail très localisé, aux différents milieux d'une vallée par exemple, étudiés en une seule année, se compensent mutuellement dans une étude comme celle-ci, étendue sur toute la surface des Alpes, au cours de neuf saisons consécutives, et mettant surtout l'accent sur les répercussions des *moyennes* des conditions de milieu les plus importantes sur la répartition des espèces. Le grand nombre des relevés utilisés est alors, au moins pour les Orthoptères qui ne sont pas trop rares, un garant assez sûr de l'exactitude des résultats, une évaluation très aberrante n'intervenant à peu près jamais que sous forme d'un élément d'une moyenne; son action perturbatrice est donc limitée et il est inutile de se l'exagérer.

Par contre, ces résultats montrent clairement qu'une étude de populations d'Orthoptères très limitée dans l'espace qui vise à être quantitative, comme il en existe plusieurs, perd une grande partie de sa valeur si elle ne s'étend pas sur un espace de plusieurs années. On a vu en effet l'importance très grande des variations de la population avec les conditions météorologiques de la saison.

MÉTHODES D'ÉTUDE DES RELEVÉS

L'ensemble des 295 relevés réalisés représente une importante somme de données, formant un échantillonnage de la faune en autant de points des Alpes françaises; leur comparaison directe, pour chaque région, permet une étude des populations des diverses zones et de leurs caractéristiques.

Mais si l'on veut appliquer ces données à l'écologie des diverses espèces d'Orthoptères, prises individuellement, il convient de les grouper de la façon la plus commode pour étudier tel ou tel caractère écologique. Une grande partie de ce travail aura pour but de dégager de la répartition géographique d'une espèce, connue par les relevés, les principaux facteurs climatiques qui conditionnent son aire d'extension.

Fréquence et abondance.

Avant tout, il est très facile de tirer des relevés des indications précises sur la proportion relative de chaque espèce dans les Alpes françaises. On appellera *fréquence* de l'Orthoptère le rapport $\frac{n}{295}$ du nombre n de relevés où se trouve l'espèce au nombre total des relevés étudiés; ce nombre, exprimé sous forme de pourcentage, donne une évaluation quantitative du caractère de l'Insecte d'être commun ou rare, répondant en somme à la question que se poserait un collectionneur : en allant en un point quelconque des Alpes, quelle chance a-t-on de rencontrer cette espèce ? Ceci ne tient évidemment pas compte du fait que certains Orthoptères ont une étroite localisation géographique.

Par contre, l'*abondance* de l'espèce tient compte par surcroît du fait qu'aux différents points où elle existe, on en trouve un nombre plus ou moins grand par unité de surface. Son évaluation nécessite des calculs assez laborieux et n'a pas sous cette forme un grand intérêt, car elle est essentiellement variable en chaque point; elle sera utilisée plus tard sous une forme plus intéressante. On peut en avoir une approximation grossière, mais très utile pour fixer les idées, en faisant le rapport entre le nombre total x des individus de cette espèce récoltés dans tous les relevés au nombre total d'Orthoptères capturés, soit $\frac{x}{20\,000}$. Il a été recueilli en effet au total 20 000 Insectes, à très peu de chose près. Le pourcentage obtenu

donne une évaluation quantitative de la part de chaque espèce dans la population totale des Orthoptères des Alpes françaises. Précisons évidemment que, comme cette étude porte essentiellement sur la faune de montagne, il s'agit des régions où cette faune commence à présenter des caractères montagnards, c'est-à-dire à l'exclusion des régions d'altitude faible, pratiquement au-dessus de 700 m; y inclure la faune des régions plus basses conduirait par exemple à augmenter beaucoup la proportion des espèces de caractère méditerranéen, ce qui ne serait pas dans l'esprit de ce travail.

Tous les relevés n'étant pas d'effectif égal, cette évaluation n'est évidemment qu'approximative, les relevés très abondants ayant pour effet d'exagérer la proportion des espèces qui y sont communes. Comme elle porte sur 300 relevés et 20 000 insectes, on peut toutefois admettre que les erreurs se compensent dans de larges proportions; il paraît d'autre part inutile de chercher là une précision trop grande, les proportions trouvées dépendant évidemment aussi de l'endroit choisi pour chaque relevé et de l'année plus ou moins favorable à l'espèce; mais, répétons-le, le grand nombre des relevés et leur échelonnement sur plus de huit saisons donne à de telles évaluations un caractère de sécurité bien suffisant, eu égard à la grande variabilité des phénomènes biologiques. Ils permettent en tout cas de se faire une idée assez précise du rôle de chaque espèce d'Orthoptères dans la population des Alpes françaises et donnent une évaluation objective et quantitative de leur caractère d'abondance ou de rareté.

Influence de l'altitude.

Pour les animaux montagnards, il est évident que l'altitude est un facteur important du peuplement. Malheureusement, l'altitude est en fait un facteur extrêmement complexe, agissant surtout par modification du climat et certainement à peine, sinon pas du tout, par son caractère physique essentiel pour l'Homme, la pression atmosphérique. Il en sera cependant fait grand usage, car son évaluation est immédiatement possible et utilisable; mais il ne faut pas oublier qu'à altitude égale, les conditions climatiques seront assez différentes dans des régions opposées des Alpes françaises telles que Chablais et Basses-Alpes.

On étudie facilement son influence globale sur une espèce en tracant pour celle-ci une courbe exprimant sa densité en fonction de l'altitude. Les relevés seront groupés par classes d'altitude, qui auront besoin d'être d'autant plus larges que l'Orthoptère est plus rare, c'est-à-dire en fait qu'on possède le moins de données sur lui; pour chaque classe, on calcule la densité moyenne de l'espèce au mètre carré, en faisant évidemment aussi intervenir dans la moyenne les relevés où elle n'apparaît pas; c'est possible puisqu'on connaît pour chaque

relevé la proportion de l'Orthoptère dans la population et la densité moyenne approximative de celle-ci. On obtient ainsi un certain nombre de points qui, réunis au mieux par une courbe, indiquent la distribution de l'Insecte en fonction de l'altitude. Suivant sa forme, on voit immédiatement s'il s'agit d'une espèce de plaine qui peut s'élever plus ou moins haut en montagne (fig. 3) ou d'une espèce

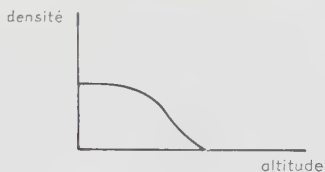


FIG. 3.

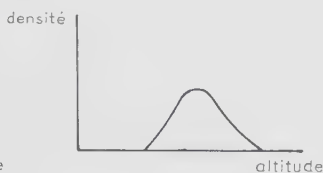


FIG. 4.

FIG. 3. — Allure générale de la courbe exprimant la densité en fonction de l'altitude, pour une espèce de plaine pénétrant en montagne.

FIG. 4. — Allure générale de la courbe exprimant la densité en fonction de l'altitude, pour une espèce purement montagnarde.

proprement montagnarde; dans ce second cas apparaissent sur la figure 4 l'altitude préférentielle et les altitudes extrêmes atteintes par l'Orthoptère.

Influence de l'humidité

Il est beaucoup plus difficile d'étudier l'influence de l'humidité générale du macroclimat sur la répartition géographique des Orthoptères, et la nécessité se fait sentir d'un choix judicieux des facteurs en cause, pour en obtenir une représentation utilisable.

On peut tout d'abord penser à exprimer le facteur humidité par la hauteur des précipitations au point choisi; cette représentation n'est pas acceptable, car les précipitations dépendent par trop de l'altitude; de plus, lorsqu'on examine une carte exprimant cette quantité, on ne constate pas qu'elle mette bien en évidence les régions particulièrement humides que sont, par exemple, les régions subalpines septentrionales.

Plus intéressante déjà serait l'humidité relative de l'air, rapport de la tension f de vapeur d'eau à la tension maximum F pour la température considérée; malheureusement, elle varie beaucoup avec la température, et encore plus avec l'heure de la journée; la carte représentant ses variations les plus différenciées, celle faite pour 13 heures, met en évidence deux maxima à Chamonix et à Nice, mais elle sépare les Alpes en zones trop inégales, une seule d'entre elles en recouvrant la majorité, et ne montre pas l'îlot humide de la région la plus externe des Alpes; il est possible toutefois que ce facteur puisse expliquer la répartition de quelques espèces.

Beaucoup plus satisfaisant est l'*indice d'aridité I* proposé par E. DE MARTONNE et défini par la formule :

$$I = \frac{P}{T + 10},$$

P : précipitations en millimètres (moyenne de l'année).

T : température centigrade (moyenne de l'année).

indice d'autant plus faible que le climat est sec.

Mais on aura une représentation bien plus satisfaisante encore en utilisant seulement cet indice pour l'époque de vie active des Orthoptères, car les conditions climatiques ne doivent exercer qu'une bien faible influence sur l'œuf en diapause. On choisira, un peu arbitrairement mais, semble-t-il, à juste titre, l'*indice d'aridité du mois de juillet*, qui présente de grandes variations régionales et exerce son influence sur une partie déterminante de la vie des Orthoptères de montagne, la plus grande partie de la vie larvaire et parfois le début de la vie imaginale. Enfin, circonstance très favorable, il existe une carte représentant les variations de cet indice à travers la France, dressée par M^{me} FAYOL et BÉNEVENT; la confection d'une telle carte à l'aide de données météorologiques originales est en effet un long et difficile travail. Pour l'homogénéité des représentations mensuelles, l'indice d'aridité d'un mois est représenté par la formule :

$$i = \frac{12 p}{t + 10}.$$

p : précipitations en millimètres (moyenne du mois).

t : température centigrade (moyenne du mois).

Les indices d'aridité des divers mois sont ainsi plus facilement comparables à celui de l'année entière.

La carte de M^{me} R. FAYOL montre qu'au mois de juillet, l'indice d'aridité varie de 10 (Basses-Alpes) à 58 (Massif des Aravis). Les lignes iso-indices ayant été reportées sur la carte indiquant la position de tous les relevés, on peut préciser une fois pour toutes l'indice d'aridité du lieu où a été fait chacun d'eux (fig. 5). On a pu alors grouper ces relevés en 5 classes dont l'indice d'aridité varie de 10 en 10; ces 5 classes ont un contenu assez différent, dû à la position des relevés, faits un peu au hasard sur le terrain, et à la grande inégalité des différentes surfaces définies par les courbes iso-indices. Ce contenu est donné par le tableau suivant :

INDICES D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE DE RELEVÉS
entre 10 et 20	39
20 et 30	117
30 et 40	20
40 et 50	80
50 et 60	39



FIG. 5. — Répartition des relevés
par rapport aux différentes valeurs de l'indice d'aridité de juillet.

L'humidité du climat de chaque relevé est ainsi évaluée avec précision et on peut alors étudier directement son influence sur la répartition d'une espèce donnée.

Cette influence peut se manifester de différentes façons et la plus facilement accessible est l'influence sur la *fréquence* : on fait pour chacune des classes de relevés le rapport entre le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée et le nombre total de relevés de la classe; plus ce rapport est élevé, plus l'espèce est fréquente dans les climats d'humidité considérée. On obtient ainsi 5 valeurs dont la comparaison permet d'étudier le caractère xérophile, hygrophile ou indifférent de l'espèce. En portant en abscisses l'indice d'aridité, en ordonnées les 5 fréquences trouvées, on obtient 5 points qu'il est très fréquent de pouvoir relier au mieux par une courbe régulière dont l'allure indique d'une façon très parlante la réponse de l'espèce aux variations d'humidité du macroclimat (fig. 6 à 8).



FIG. 6.

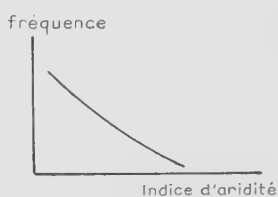


FIG. 7.

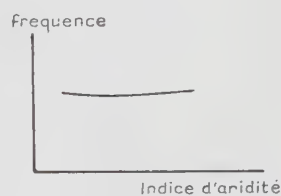


FIG. 8.

FIG. 6. — Allure générale de la courbe exprimant la fréquence en fonction de l'indice d'aridité de juillet, pour une espèce *hygrophile*.

FIG. 7. — Id., pour une espèce *xérophile*.

FIG. 8. — Id., pour une espèce indifférente à l'humidité du climat.

Il est également possible d'évaluer l'action de l'humidité, par le biais de l'indice d'aridité, sur l'*abondance* d'une espèce; on combinera généralement cette étude avec celle de la densité en fonction de l'altitude; on a déjà vu que cette densité s'exprimait alors par une courbe obtenue en utilisant l'ensemble des relevés. On peut procéder exactement de la même manière, mais en séparant les relevés suivant les 5 classes définies par les variations de l'indice d'aridité; au lieu d'obtenir une seule courbe, on en aura 5 dont les formes respectives donneront des renseignements sur l'influence de l'humidité sur la distribution altitudinale.

En pratique, il est rare que l'on possède dans chacune de ces 5 classes différentes un nombre de relevés suffisant pour pouvoir tracer la courbe correspondante avec assez de sécurité; entre autres, la classe moyenne, ne comportant que 20 relevés, sera rarement utilisable et on sera amené également à grouper les deux classes voisines représentant, d'une part les climats humides, d'autre part les climats secs; on n'obtiendra ainsi que deux courbes au lieu de cinq, mais leur comparaison sera souvent très instructive, montrant l'abondance plus grande de l'espèce dans les climats humides (espèce *hygrophile*) ou

dans les climats secs (espèce xérophile). Schématiquement, ces courbes se présenteront de la manière suivante, dans les cas par exemple d'espèces montagnardes strictes (fig. 9 et 10).

On sera parfois amené à choisir d'une façon différente les relevés destinés à construire une courbe, par exemple à grouper les relevés d'indice d'aridité de 30 à 50 si la classe des indices d'aridité de 50 à 60 est absolument vide de relevés, alors que celle des indices compris entre 30 et 40 est abondamment représentée, mais le principe reste le même.

Il est très rare que ces deux tests donnent des indications contradictoires et dans ce cas l'espèce présente des singularités écologiques qu'il

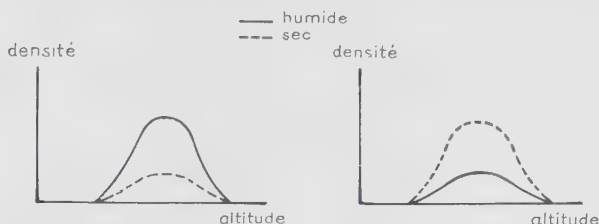


FIG. 9.

FIG. 10.

FIG. 9. — Allure générale des courbes différentielles exprimant la densité en fonction de l'altitude pour une espèce *hygrophile*, montagnarde stricte. En trait plein : courbe obtenue avec les relevés des régions humides (indices d'aridité de 40 à 60). En tirets : courbe obtenue avec les relevés des régions sèches (indices d'aridité de 10 à 30).

FIG. 10. — Id., pour une espèce *xérophile*.

faut approfondir; très fréquemment, les résultats concordent et permettent de fixer avec certitude le caractère xérophile ou hygrophile de l'Orthoptère; dans certains cas, l'un d'eux est probant alors que l'autre ne permet pas de conclusion certaine. Une discussion détaillée pour chaque espèce fait l'objet de la seconde partie de ce travail.

Influence de la température.

Après l'humidité, la température est le facteur climatique qui présente certainement la plus grande influence sur la distribution des Orthoptères. En laboratoire, où l'on peut obtenir des températures constantes, il est aisé de préciser la température optimum, les températures maximum et minimum supportées par une espèce en élevage. Sur le terrain, le problème est complètement différent : la température est une grandeur essentiellement variable avec l'époque de l'année, le jour et l'heure, et qui n'agit que par ses moyennes : des températures léthales en laboratoire ne se rencontrent pas en été dans la

nature et leur connaissance, en fait, n'a pas d'intérêt pour le biogéographe. Des moyennes de température plus ou moins élevées, permettant par exemple ou non la maturation des produits génitaux, ou un cycle assez rapide ou non pour arriver à l'état adulte avant l'automne, sont au contraire d'une importance capitale.

La température peut intervenir de bien des manières différentes et, suivant les espèces, il est fort probable que ce sont des facteurs différents qui entrent en jeu : moyenne brute de température sur l'ensemble de l'été, moyennes brutes de certains mois, moyennes au cours des heures de jour, moyenne des maxima, nombre d'heures où une certaine température est atteinte ou dépassée, sans parler du fait que cette température peut être mesurée au sol ou dans l'air, à une distance plus ou moins grande du sol; il est évidemment impossible de tenir compte de toutes ces grandeurs si différentes et d'en dresser une carte de façon à les évaluer avec précision pour chaque relevé. Un choix est donc très embarrassant.

Une chose est à peu près certaine : comme pour l'humidité, on doit pouvoir négliger à peu près complètement — si l'on ne tient pas compte de ses actions sur la rupture de la diapause de l'œuf, difficile à étudier dans la nature — les températures de la mauvaise saison; ce n'est guère que lorsque les Orthoptères sont sous forme larvaire ou adulte que l'action des facteurs climatiques est importante.

Un peu arbitrairement, certes, on choisira comme mesure du facteur actif la *moyenne de température de juillet* dont il existe des cartes assez détaillées, dues principalement aux travaux de BÉNÉVENT. Il est probable que d'autres facteurs de température entrent en jeu, surtout pour certaines espèces dont l'écologie n'a pu être clairement définie; cependant, pour la plupart des espèces, cette grandeur a donné des résultats satisfaisants; dans des travaux ultérieurs, toutefois, on pourra essayer d'en utiliser systématiquement d'autres qui pourront se révéler mieux adaptées à la physiologie de certaines espèces.

La carte représentant les variations de la moyenne de température de juillet, dressée d'après ANGOT et BÉNÉVENT, n'est pas assez détaillée pour déterminer correctement ce facteur pour chacun des relevés en les pointant directement sur la carte; de plus, les isothermes sont trop espacés. Aussi est-il nécessaire de passer par l'intermédiaire d'une autre grandeur, étroitement liée à la précédente, et qui est la *température moyenne de juillet, ramenée au niveau de la mer*. On élimine ainsi l'influence de l'altitude, prépondérante, et on peut comparer des relevés d'altitude différente. De plus, pour une étude de très vaste étendue — l'ensemble des Alpes françaises, près du dixième de la superficie de la France —, il est nécessaire de mettre en évidence l'action du climat régional sur la distribution des espèces. La considération d'une température réduite uniformément à l'altitude zéro permet ainsi de différencier les régions froides et les régions chaudes des Alpes.

Une carte d'ANGOT et BÉNÉVENT donne les isothermes de juillet

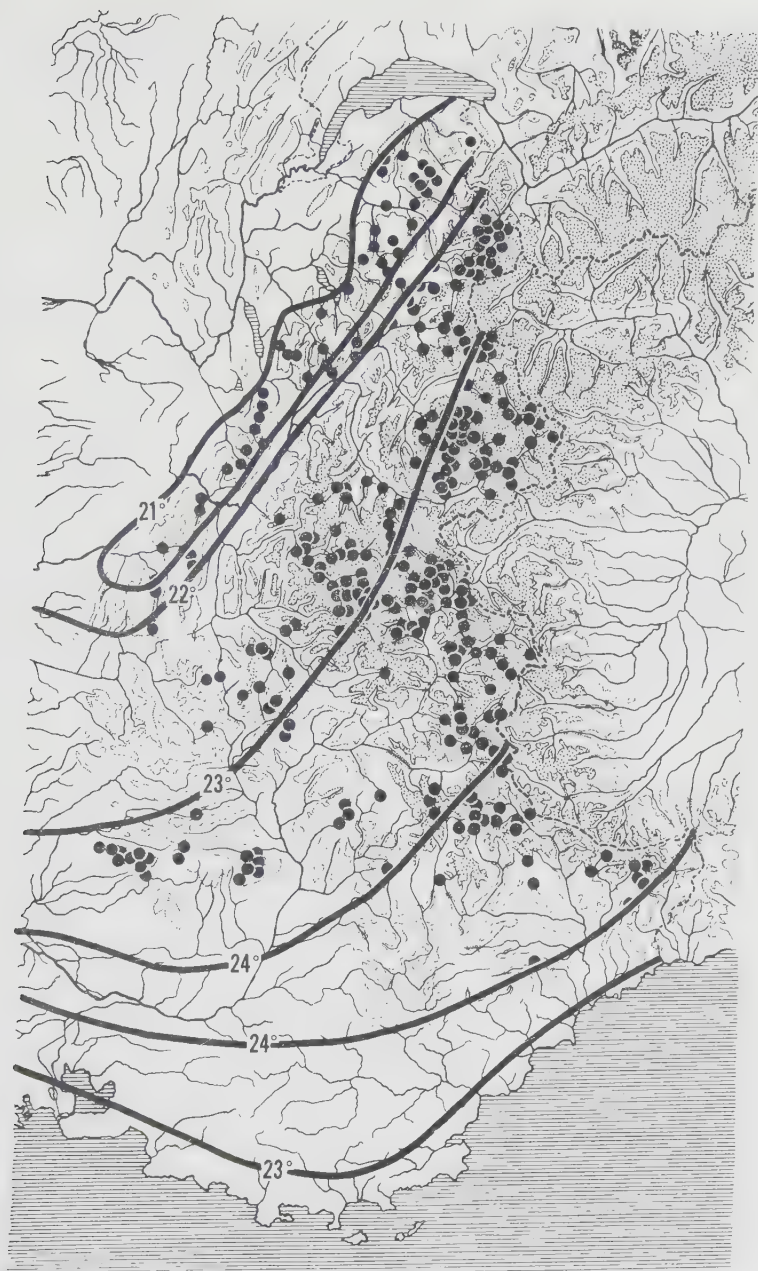


FIG. 11. — Répartition des relevés par rapport aux isothermes de juillet (température moyenne ramenée au niveau de la mer).

réduits au niveau de la mer, divisant les Alpes en plusieurs régions dont les températures varient entre 20° (Bonneville) et 25° (vallée du Verdon). Les 295 relevés y ont été placés (fig. 11) un par un et

ont pu ainsi être divisés en 5 classes dont la température varie de degré en degré; ces 5 classes, de contenu d'ailleurs très inégal, comme celles de l'indice d'aridité, apparaissent dans le tableau suivant :

TEMPÉRATURE MOYENNE DE JUILLET RÉDUITE AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE DE RELEVÉS
entre 20 et 21°	39
21 et 22°	9
22 et 23°	94
23 et 24°	129
24 et 25°	24

Connaissant ainsi pour chaque relevé la température moyenne de juillet réduite au niveau de la mer, qui résulte directement de sa situation géographique, il est aisé de déterminer sa température moyenne *vraie* de juillet qui se déduit de son altitude; on sait en effet qu'en juillet, la température baisse en moyenne de $0,61^{\circ}$ C quand on s'élève de 100 mètres. Ce calcul a évidemment été fait pour tous les relevés.

Dès lors, l'étude de l'action de la température vraie sur une espèce est facile : la considération de l'ensemble des relevés qui le con-

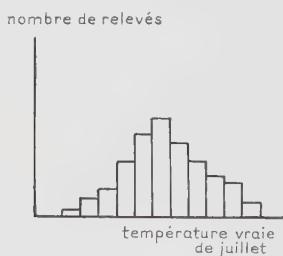


FIG. 12.

Maximum, minimum et optimum de température moyenne vraie de juillet sont mis en évidence sur cet histogramme où sont portés en ordonnées les nombres de relevés contenant l'espèce étudiée.

tiennent permet de tracer un graphique ou un histogramme en portant en abscisses les températures vraies et en ordonnées le nombre de relevés correspondant. On en déduit immédiatement, par exemple, pour le cas d'une espèce montagnarde, une bonne approximation de l'optimum de moyenne de température ainsi que des minimum et maximum supportés (fig. 12).

La température réduite au niveau de la mer permet de voir de quelle façon une espèce se répartit entre les régions plus ou moins froides ou chaudes. On procédera pour cela d'une façon très analogue à celle déjà utilisée pour l'indice d'aridité, puisqu'il s'agit de facteurs géographiques pouvant se traiter de la même façon et ne dépendant pas de l'altitude.

Pour en apprécier l'influence sur la *fréquence*, on fera pour chacune des classes le rapport entre le nombre de relevés contenant l'espèce

étudiée et le nombre total des relevés de la classe : plus ce rapport est élevé, plus l'espèce est fréquente dans les régions de température considérée; on obtient ainsi 5 valeurs dont la comparaison permet

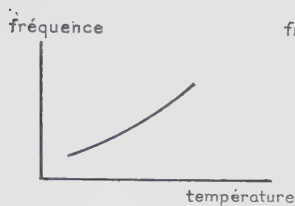


FIG. 13.

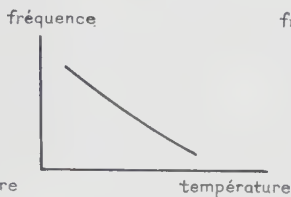


FIG. 14.

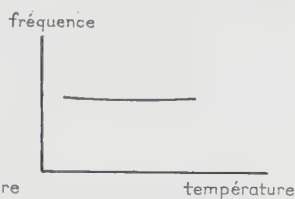


FIG. 15.

FIG. 13. — Allure générale de la courbe exprimant la fréquence en fonction de la température moyenne de juillet au niveau de la mer, pour une espèce thermophile.

FIG. 14. — Id., pour une espèce thermophobe.

FIG. 15. — Id., pour une espèce indifférente à la température régionale.

d'étudier le caractère thermophile, thermophobe ou indifférent de l'espèce. Portant en abscisses la température moyenne de juillet au niveau de la mer, en ordonnées les 5 fréquences trouvées, on obtient 5 points; on peut souvent les réunir convenablement par une courbe régulière — fréquemment une droite — dont l'allure met en évidence l'action de la température régionale sur la fréquence de l'Orthoptère (fig. 13 à 15).

On peut aussi évaluer l'influence de la température moyenne de la région sur l'abondance de l'espèce. Comme pour les indices d'aridité,

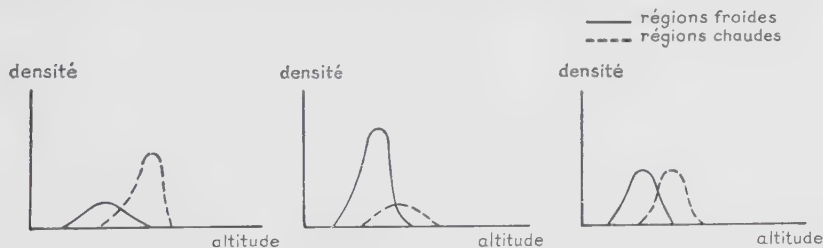


FIG. 16.

FIG. 17.

FIG. 18.

FIG. 16. — Allure générale des courbes différentielles exprimant la densité en fonction de l'altitude, pour une espèce montagnarde stricte préférant les climats chauds. En trait plein : courbe obtenue avec les relevés des régions froides; en tirets : courbe obtenue avec les relevés des régions chaudes.

FIG. 17. — Id., pour une espèce préférant les climats froids.

FIG. 18. — Id., pour une espèce indifférente à la température régionale.

on construit les courbes différentielles, dans chaque classe de relevés variant de degré en degré, exprimant en fonction de l'altitude la densité moyenne au mètre carré; en fait, on réunit d'habitude cer-

taines classes trop peu nombreuses et on construit généralement 3 courbes respectivement pour les régions de 20 à 22°, de 22 à 23° et de 23 à 25°. On a ainsi d'autres indications sur l'affinité de l'espèce pour les températures régionales plus ou moins élevées; normalement, les maxima et les limites de ces courbes sont décalés les uns par rapport aux autres puisque dans des régions de plus en plus froides, les mêmes températures sont atteintes à des altitudes de plus en plus basses.

En ne traçant que deux de ces courbes pour simplifier la figure, on obtiendra par exemple les figures 16 à 18, dans le cas d'espèces montagnardes strictes.

La comparaison entre ces deux manières d'évaluer la thermophilie montre assez nettement que la température moyenne d'un climat présente sur l'écologie et la répartition géographique des Orthoptères une action moins marquée que l'humidité : les résultats sont plus souvent contradictoires ou manquent d'évidence. Par contre, la température *vraie* de l'endroit où vit l'insecte, même si on la considère seulement sous une forme aussi fruste que celle de sa moyenne brute de juillet, donne souvent des résultats très intéressants et dont l'action est évidente sur la répartition géographique.

Corrélation entre indice d'aridité et température réduite au niveau de la mer.

Il serait possible d'utiliser parfaitement le facteur géographique exprimé grossièrement par la notion de pays froid ou chaud, en rapport avec la variation de l'indice d'aridité, si ces deux facteurs, dans les Alpes françaises, se comportaient d'une façon indépendante; il n'en est malheureusement rien. Le seul fait que, dans l'expression donnant l'indice d'aridité, la température moyenne au niveau de la mer intervient en dénominateur montre qu'il existe une dépendance entre les facteurs; plus l'indice d'aridité est élevé, c'est-à-dire plus le pays est humide, plus la température y est basse; on constate effectivement que dans les Alpes françaises, les régions les plus froides sont aussi les plus humides. Il serait extrêmement commode de pouvoir choisir indépendamment les deux facteurs et d'étudier par exemple la faune de territoires à la fois très secs et froids, ou très chauds et très humides; dans cette région pourtant étendue, de telles modalités n'existent pas.

On peut mettre cette notion très facilement en évidence en construisant un tableau à double entrée, présentant horizontalement les variations de l'indice d'aridité de 10 en 10, verticalement les variations de la température réduite au niveau de la mer de degré en degré; le tableau ainsi obtenu présente 25 cases où l'on notera le nombre des relevés rentrant dans chacune d'elles; certaines lignes ou colonnes (21 à 22°, 30 à 40) sont presque vides à cause de la faible surface

qu'elles représentent sur le terrain. En effet, les relevés sont grossièrement répartis d'une façon uniforme sur l'ensemble des Alpes françaises. Mais de plus, les relevés se concentrent sur l'une des diagonales et sur son voisinage, et bien des cases ne peuvent comporter aucun relevé. Il importe donc de traiter avec précaution la notion de température régionale, qui est liée assez étroitement à celle de l'humidité. Au contraire, la température locale est liée à l'altitude, susceptible de grandes variations ; elle est donc plus utilisable car indépendante de l'humidité régionale.

TEMPÉRATURES MOYENNES DE JUILLET RAMENÉES AU NIVEAU DE LA MER	INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET				
	10 à 20	20-30	30-40	40-50	50-60
24-25°	6	18	—	—	—
23-24°	33	52	11	33	—
22-23°	—	47	6	21	20
21-22°	—	—	2	6	1
20-21°	—	—	1	20	18

Une étude fondée uniquement sur l'étude des Alpes françaises ne pourra donc pas apporter des renseignements suffisants pour discriminer si, dans la répartition géographique d'une espèce, l'humidité ou le froid, la sécheresse ou la chaleur est le facteur principal. Un plus vaste territoire, où les conditions seraient plus variées, serait nécessaire; malheureusement, dans le climat montagnard européen, les deux facteurs sont le plus souvent liés de façon étroite. L'influence de l'humidité semble toutefois être prépondérante quand les deux peuvent être confondus; de plus, par bonheur, l'influence de la température vraie, facilement accessible, semble être beaucoup plus importante que celle de la température régionale. On pourra donc néanmoins séparer dans cette étude d'une façon suffisante ce qui revient au facteur humidité d'une part, et au facteur température d'autre part.

*Répartition des relevés entre indice d'aridité de juillet
et température moyenne vraie de juillet.*

Lorsqu'on fait intervenir la température moyenne vraie de juillet, on dispose d'un autre facteur, l'altitude, variant pour les relevés dans de très larges mesures. Le tableau des pages 328-329 obtenu en classant tous les relevés suivant l'indice d'aridité de juillet (horizontalement) et la température moyenne vraie de juillet, montre que, sans être uniformément répartis sur l'ensemble du diagramme, ils en recouvrent à peu près toute la surface entre 8 et 20°; on peut donc faire confiance aux relevés pour ne négliger aucune des conditions de milieu qui se rencontrent normalement dans les Alpes françaises. L'absence d'une

TEMPÉRATURE MOYENNE VRAIE DE JUILLET (degrés centigrades)	INDICE D'ARIDITÉ	
	10 à 20	20 à 30
20		
19,5		
19		530.
18,5	312.	523, 644.
18	309.	
17,5		120.
17	310, 313, 439.	311, 627.
16,5	308, 317.	626, 732.
16	730.	629, 631, 703, 716.
15,5	118, 305, 306, 315, 320, 649.	414, 682, 715, 718, 738.
15	301, 307.	213, 214, 216, 440, 681, 733.
14,5	314, 316, 441, 734.	119, 438, 642, 648, 652, 659, 707, 717, 739.
14		114, 115, 116, 117, 408, 625, 651, 658, 675, 677, 701.
13,5	302, 304, 663, 664, 731.	318, 410, 413, 653, 673, 704, 711, 712, 714.
13	741.	412, 524, 630, 639, 676, 683, 702, 719.
12,5	113, 303, 350, 434, 731 b.	321, 406, 407, 409, 628, 632, 638, 643, 671, 708, 710, 713, 737.
12	669, 740.	319, 650, 674.
11,5		212, 215, 219, 323, 405, 624, 660, 678, 709, 720.
11	665.	402, 403, 433, 525, 633.
10,5	666, 668.	211, 217, 218, 322, 415, 437, 637, 640, 657, 706, 721, 735, 736.
10		
9,5	654.	351, 401, 436, 662.
9	655, 667.	404, 435, 661, 672.
8,5		411, 656, 670.
8		636, 705.
7,5		

espèce dans certaines conditions de température vraie et d'indice d'aridité ne pourra donc être purement et simplement imputée à l'absence totale de relevés dans de telles conditions, mais correspondra probablement à des particularités réelles de son écologie.

Domaine d'existence.

Le précédent résultat une fois acquis permet d'étudier le domaine d'existence d'une espèce par rapport aux deux facteurs climatiques principaux, indice d'aridité de juillet et température moyenne vraie de juillet. On constatera en effet fréquemment que tel Orthoptère n'existe pas au-dessus ou au-dessous d'une certaine limite d'indice d'aridité, suivant qu'il est xérophile ou hygrophile. De même, on pourra préciser une limite inférieure et une limite supérieure de température moyenne de juillet, en dehors desquelles il n'existe pas, s'il s'agit d'une espèce montagnarde stricte; une limite inférieure seulement, si c'est une espèce de plaine pénétrant quelque peu en montagne. Cette dernière notion est plus précise que l'indication d'une limite d'altitude, qui varie suivant les régions.

JUILLET		
30 à 40	40 à 50	50 à 60
8.		
7.	428, 539, 616.	
	501.	
6.	621.	
6.	614, 615.	602.
5.	430, 514, 519, 531, 606, 607, 609.	502, 503, 508, 509.
5, 680.	518, 527, 536.	7, 105, 506.
0, 348, 432, 679.	8, 422, 431, 610.	507, 601.
	419, 421, 425, 427, 429, 516, 611, 613, 622, 645.	513, 528.
4, 346.	505, 515, 540, 605, 608, 612, 618, 646, 722.	102, 532.
1.	420, 424, 520, 529, 620.	103, 108, 504, 510, 534.
9.	203, 417, 423, 619.	104, 109.
1.	537.	
8.	202, 334, 522, 604, 724, 727.	5, 6, 533, 535.
3.		512.
7.	201, 204, 207, 335, 521, 617, 623.	107, 112, 511, 726, 801.
	10, 342, 603, 729.	106, 802.
	208, 210, 337, 634, 647.	4, 111.
		110.
	336.	725, 728.
	209.	
	11, 205, 723.	3.
	9.	
	206, 416.	

De cette façon, le domaine d'existence pourra se présenter sous la forme d'un rectangle englobant une partie du diagramme précédent. Ceci implique que les deux facteurs envisagés, humidité et température, agissent de façon indépendante. C'est en fait le cas général; ou, s'il y a interaction des facteurs, les effets en sont trop faibles pour être constatés.

Cependant, chez quelques espèces, une interaction très nette des deux facteurs entre eux a pu être constatée. Par exemple, plus l'humidité est forte, plus l'Orthoptère peut supporter des températures élevées — donc, en fait, descendre plus bas; l'inverse a pu également être constaté. Un cas analogue peut se présenter dans l'influence de l'humidité sur la limite inférieure de température — donc la limite supérieure en altitude.

De tels exemples sont rares, mais instructifs. Il est bien probable que des travaux plus précis, portant sur plusieurs milliers et non plus sur quelques centaines de relevés, mettraient en évidence de tels phénomènes sur un plus grand nombre d'espèces; il est en effet peu vraisemblable que l'action des deux principaux facteurs climatiques puisse se faire d'une façon absolument indépendante.

I. — ÉTUDE DES POPULATIONS RÉGIONALES

LES RÉGIONS BIOGÉOGRAPHIQUES DES ALPES FRANÇAISES

La manière la plus commode et la plus naturelle d'exposer la composition des faunes d'Orthoptères des Alpes françaises consiste à diviser celles-ci en régions dont on fera l'étude individuellement; il faudra évidemment les choisir d'une façon quelque peu arbitraire, car on peut facilement constater que bien rares sont les espèces arrêtées de manière absolue par un obstacle naturel, crête ou vallée. De plus, il est difficile de choisir l'un ou l'autre de ces obstacles, car, si l'on prend en considération les espèces des basses vallées, elles sont plutôt bornées dans leur répartition par les massifs montagneux élevés, tandis que les espèces de haute altitude sont au contraire arrêtées par les basses vallées où elles ne s'aventurent guère. Cependant, le sujet même de cette étude, qui met principalement en évidence les Orthoptères propres aux Alpes françaises, conduit à utiliser de préférence la division en massifs montagneux.

Une importante coupure s'impose d'abord à peu près d'elle-même, c'est la séparation entre les Alpes du Nord, assez brumeuses, à températures estivales modérées, à pluviosité toujours assez forte et régulière, et les Alpes du Sud, déjà influencées par le climat méditerranéen, lumineuses, à températures estivales plus fortes, à pluviosité estivale moindre, répartie surtout en orages quelquefois violents. Géographes et botanistes insistent sur cette opposition entre *Alpes humides* et *Alpes sèches*. La transition est assez brusque et bien accusée par la différence de végétation. Les influences méridionales remontent les vallées de la Drôme et de la Durance, et la limite entre les deux régions se place au voisinage de la ligne de crête séparant du bassin de l'Isère ceux de ces deux rivières; elle passe à peu près par les cols de Rousset, de la Croix-Haute, Bayard, remonte vers le Nord dans le massif du Pelvoux jusqu'au col du Lautaret. Les différentes altitudes du relief ont sur elle une grande influence, la rejetant vers le Sud dans le haut massif du Pelvoux, alors que la haute vallée de la Durance la fait remonter vers le Nord; cette remontée présente aussi une cause tout aussi importante : c'est la sécheresse plus pro-

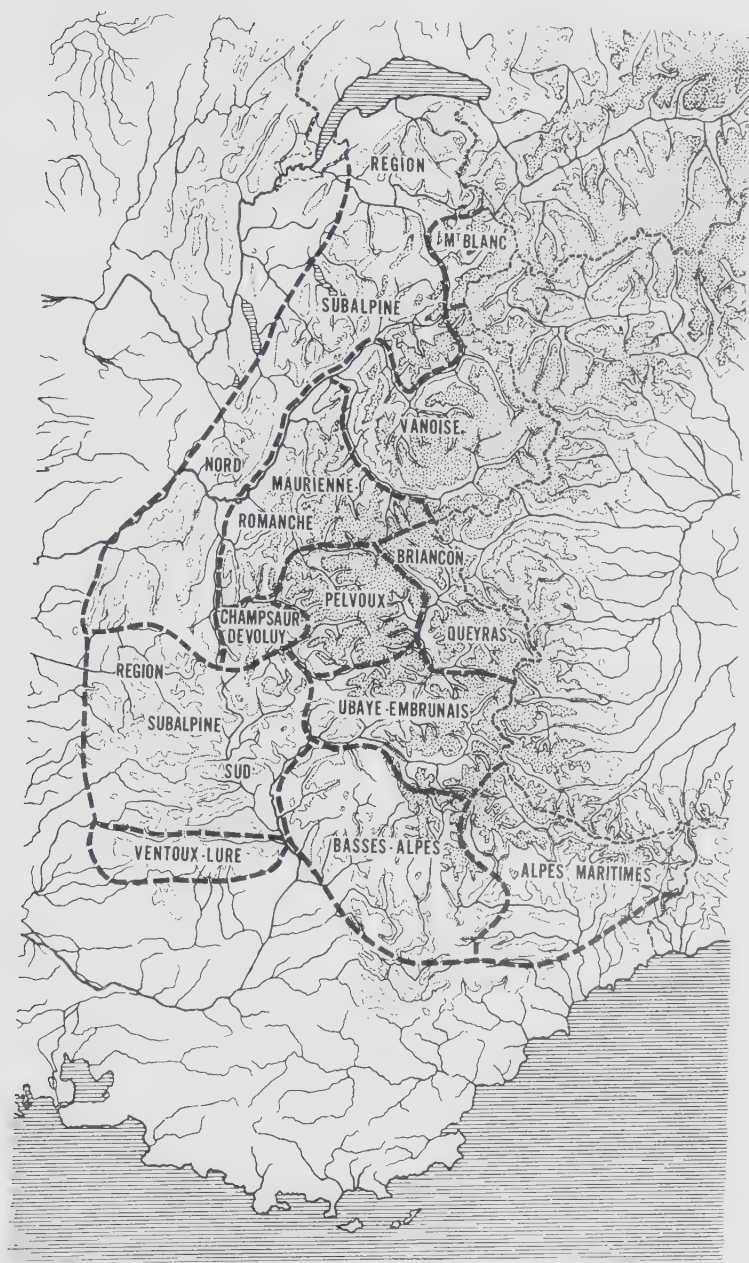


FIG. 19. — Les régions biogéographiques des Alpes françaises au point de vue de la répartition des Orthoptères.

noncée de la zone interne des Alpes, une grande partie des pluies venant de l'Ouest étant arrêtée par les massifs subalpins, du Chablais au Vercors; dans les Alpes-Maritimes, au contraire, l'influence des vents de SE humides venant de la Méditerranée produit un effet opposé.

Ces différences ont d'importantes répercussions sur les faunes d'Orthoptères et les espèces confinées pratiquement soit aux Alpes du Nord, soit aux Alpes du Sud ne sont pas rares; on en verra divers exemples par la suite et il est commode de séparer l'étude des populations de ces deux grandes régions. Celles-ci sont malheureusement trop étendues pour que l'on puisse faire de leur faune un exposé d'ensemble, et il est nécessaire d'introduire des subdivisions plus poussées.

J. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE avait proposé en 1928, dans une étude du peuplement en Coléoptères des Alpes françaises, une division de celles-ci en 8 secteurs qui répondaient à peu près à des préoccupations de cet ordre. Mais elle est applicable aux Orthoptères de façon très imparfaite, car ces deux ordres d'Insectes ont des exigences certainement très différentes, les Coléoptères peuplant des milieux beaucoup plus variés et beaucoup plus spécialisés; de ce fait, les différences climatiques interviennent dans ce domaine beaucoup moins que la répartition de certains de ces milieux spéciaux, et les affinités purement biogéographiques y sont peut-être plus facilement perceptibles. On constate toutefois, comme on peut s'y attendre, d'importantes similitudes entre les coupures proposées par cet auteur et celles auxquelles on s'est arrêté dans le présent travail, où Alpes septentrionales et Alpes méridionales ont été chacune divisées en 6 régions (fig. 19).

Les régions des Alpes du Nord.

Tout d'abord, une zone bien individualisée comprendra tous les massifs de la région subalpine et préalpine septentrionale, du lac Léman au bord sud du Vercors, en y ajoutant le petit massif du Beaufortin dont le peuplement est très analogue; elle est caractérisée par des altitudes assez modérées et par son humidité très forte.

Une autre zone s'étend autour du Mont Blanc, et comprend l'ensemble de ce massif et de celui des Aiguilles Rouges, ainsi que les vallées avoisinantes; son humidité estivale est aussi très élevée et ses altitudes très grandes permettent un grand développement des populations de haute montagne.

Le massif de la Vanoise et les massifs frontières voisins comme celui du Mont-Cenis forment un troisième ensemble dont l'humidité est encore très forte et les altitudes élevées; des influences plus méri-

dionales commencent cependant déjà à se manifester en Maurienne et on y observe de petits îlots d'espèces orientales et méridionales.

Entre Maurienne et Romanche, en y ajoutant le petit massif du Taillefer, on peut définir une quatrième région dont le caractère de transition est manifeste ; c'est une des plus riches en espèces d'Orthoptères des Alpes françaises et l'humidité y est moins prononcée.

Le massif du Pelvoux et ses proches couvertures sédimentaires composent la cinquième région, assez hétérogène, caractérisée par ses altitudes élevées et une certaine pauvreté en espèces ; déjà sur ses bordures sud et est, les populations ont un caractère d'autant plus méridional qu'on se rapproche de la Durance ; la vallée de celle-ci et celles de ses affluents sont étudiées avec les Alpes du Sud.

Enfin, on a dû réunir à part les massifs du Dévoluy et de l'Obiou en un dernier ensemble, le plus petit, pris entre la zone subalpine et le massif du Pelvoux, et qui ne se rattachait nettement à aucune de ces deux régions.

Les régions des Alpes du Sud.

Comme pour les Alpes du Nord, les massifs subalpins, à l'ouest de la Durance et formant en gros les régions du Diois et des Baronnies, ont été réunis en une première région, d'altitude moyenne et à laquelle sa position occidentale impose encore une certaine humidité ; les espèces des hautes régions y sont peu nombreuses et se raréfient vers le Sud.

On en a séparé le chaînon composé du Mont Ventoux et de la Montagne de Lure, dernier bastion des Alpes au milieu de la Provence, où les espèces alpines sont très appauvries, surtout au Ventoux, et où l'on trouve quelques Orthoptères de moyenne altitude d'origine méditerranéenne (*Stenobothrus grammicus* et *S. fischeri*).

La troisième région est composée du Briançonnais et du Queyras, avec des massifs élevés et un grand développement des faunes d'altitude. Des influences de l'Est s'y remarquent, comme dans la région suivante : on y trouve *Cophopodisma pedemontana*, *Aeropedellus variegatus* et *Crotalacris rubicundus*.

L'Ubaye, l'Embrunais et les massifs qui les bordent forment une quatrième région, hétérogène et sans individualité marquée, et où l'on retrouve certains caractères plus septentrionaux ; sa partie ouest forme transition avec la zone suivante.

On a décrit comme un cinquième ensemble à peu près tout le département des Basses-Alpes, sauf l'Ubaye et la montagne de Lure ; c'est de beaucoup la région dont la faune présente le caractère le plus méridional et les populations méditerranéennes s'élèvent haut en

altitude; on y trouve cependant encore des espèces de haute montagne.

Enfin, tout le département des Alpes-Maritimes, dans la mesure où son altitude est suffisante, forme la dernière région, où les altitudes élevées et les influences des vents humides du golfe Ligurien imposent un caractère bien plus alpin qu'à la région précédente. On y trouve encore *Aeropus sibiricus* à quelques kilomètres de Nice, en vue de la mer.

L'individualité de ces différentes régions est plus ou moins marquée suivant les cas; certaines s'imposent d'elles-mêmes comme les régions subalpines, le Mont Blanc, la Vanoise, les Basses-Alpes, le Briançonnais-Queyras, les Alpes-Maritimes. Quelques autres sont au contraire beaucoup moins évidentes; ce sont des régions de transition, dont la valeur biogéographique est bien moindre; il y a cependant intérêt à les maintenir, pour accentuer l'homogénéité des zones mieux définies et en faciliter l'exposition.

Il serait évidemment facile de critiquer ces coupures, mais la description des faunes d'une région ne peut se faire d'une façon convenable que si son étendue n'est pas trop grande, et il n'aurait pas été facile de laisser indivis un trop vaste territoire en décrivant seulement des régions suffisamment homogènes. Sans se dissimuler l'arbitraire que comporte forcément ce genre de division, il faut bien reconnaître qu'il est à peu près indispensable à l'exposition; de plus, même si les limites de ces territoires sont sujettes à caution dans le détail, beaucoup ont une individualité très réelle reposant sur des bases certaines, climatiques ou biogéographiques.

Dans chacune de ces monographies régionales, on pourra diviser les populations d'Orthoptères en trois grands types principaux :

1° Les populations des basses vallées, à base d'espèces de plaine, ne comprenant que peu ou pas d'espèces de montagne.

2° Les populations de moyenne altitude, correspondant à peu près à l'étage montagnard des botanistes, caractérisées par la présence d'espèces spéciales montant rarement très haut, avec pénétration très fréquente d'espèces des régions extrêmes.

3° Les populations des hautes régions — étage alpin et subalpin des botanistes — situées au-dessus des forêts; elles comportent un petit nombre d'espèces très caractéristiques.

A. — LES ALPES DU NORD

I. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES
DE LA RÉGION SUBALPINE NORD

La zone subalpine forme à l'ouest et au nord des Alpes une bordure, plus ou moins séparée du reste de la chaîne par le sillon subalpin. Son individualité géologique et géographique se double d'une individualité climatique; elle est caractérisée par l'absence de reliefs élevés — jamais plus de 2 500 m, guère plus de 2 000 m — et en conséquence de glaciers, et une forte humidité, car les premiers reliefs arrêtent les précipitations des vents d'ouest dominants; les terrains sont principalement composés de calcaires (formant surtout les parties élevées), de marnes, d'argiles et de mollasses (formant surtout la base des montagnes, les vallées et les dépressions).

A partir des cols de Rousset et de la Croix-Haute, le caractère de ces chaînes change assez brusquement et l'on se trouve dans les Alpes du Sud, région bien différente dont les caractères climatiques particuliers ont un important retentissement sur la flore et, bien entendu, sur la faune. On se limitera donc dans cette étude à la zone subalpine du Nord, qui forme un ensemble qui — malgré certaines différences de détail — présente une individualité suffisante pour être examiné d'un seul bloc. Dans ces conditions, cette étude rassemblera plusieurs massifs différents, soit du Nord au Sud : le Chablais, la région des Aravis avec les Bauges et les Bornes, la Grande-Chartreuse et le Vercors; on y ajoutera vers l'Est le Beaufortin qui présente des caractères très analogues et forme un coin entre le massif du Mont Blanc - Aiguilles Rouges d'une part, et le massif de la Vanoise - Mont Pourri d'autre part, qui font l'objet d'études séparées.

1° *Le Chablais.*

Ce massif est le plus septentrional des Alpes françaises. Sauf sur la crête frontière qui culmine vers 2 500 m au maximum, les reliefs atteignent à peine 2 000 m. C'est une région riche en cultures et pâturages et où la forêt n'est plus très développée.

A. — LA ZONE DES BASSES VALLÉES jusqu'à 1 000 m se compose principalement de microclimats humides ou même très humides. Le fond de la population y est composé de *Chorthippus longicornis* et

de *Glyptobothrus* du groupe *biguttulus-bicolor-mollis*, banales espèces de la zone médio-européenne. Un fait important à signaler est la *coexistence* très fréquente de ces deux espèces qui pourtant s'excluent le plus souvent dans les zones plus internes des Alpes, dans le massif du Mont Blanc et en Vanoise par exemple. Il est également intéressant de constater que les espèces de moyenne montagne descendent très bas, bien au-dessous de 1 000 m, et se mélangent fréquemment à celles de cette zone; on y trouve ainsi fréquemment *Euthystira brachyptera*, espèce qui recherche l'humidité, *Metrioptera saussuriana* assez abondant; *Stauroderus scalaris* et *Arcyptera fusca*, espèces plus xéro-philés, descendent moins volontiers. Enfin, on rencontre en proportions variables, mais généralement moindres : *Stenobothrus lineatus*, *Chrysochraon dispar*, *Metrioptera ræseli* et *M. bicolor*, toutes espèces qui s'accommodent plus ou moins bien d'une certaine humidité. On trouve aussi parfois *Euchorthippus declivus* qui, rare dans les Alpes du Nord, est au contraire fréquent dans les Alpes méridionales. Dans les arbustes, *Tettigonia viridissima*, fréquent, est peu à peu remplacé à mesure qu'on s'élève par *T. cantans*, mais coexiste largement avec elle à partir de 600 ou 700 m.

B. — LA ZONE DE MOYENNE MONTAGNE, entre 1 000 et 2 000 m d'altitude, est moins que jamais nettement séparée de la précédente. Souvent, de larges zones déboisées permettent un étagement continu des faunes entre 300 et 2 000 m. On assiste à un remplacement graduel des espèces de plaine par les espèces montagnardes; mais les espèces de plaine, surtout *Chorthippus longicornis*, peuvent monter à des altitudes élevées et composer même dans certains cas l'essentiel de la population, comme par exemple au Praz de Lys, vers 1 450 m, où il n'est mélangé que de 5 % de *Decticus verrucivorus*. On trouve ainsi dans cette zone des espèces montagnardes en proportion variable, les mêmes que celles qui descendent dans les basses vallées et que nous avons déjà citées, et de plus *Omocestus viridulus*, *Gomphocerus rufus*. *Euthystira brachyptera* est l'élément le plus stable et ne manque dans presque aucun relevé.

Voici l'exemple du relevé 505 fait au col de Jambaz, un peu au-dessus de 1 000 m, et qui est assez typique de cette zone :

<i>Stauroderus scalaris</i>	8 %	} Espèces montagnardes, la dernière nettement hygrophile.
<i>Arcyptera fusca</i>	20 %	
<i>Euthystira brachyptera</i>	8 %	
<i>Metrioptera ræseli</i>	4 %	} Espèces médio-européennes, hygrophiles.
<i>Chorthippus longicornis</i>	60 %	

Assez fréquemment, dans l'ensemble de cette zone, on trouve dans les relevés de petites proportions de *Podisma alpina* qui peut même descendre au-dessous de 1 000 m; cette espèce est ici plutôt montagnarde que fréquentant les hautes régions, et on la trouve peu au-dessus de 1 600 m.

Les microclimats les plus humides sont caractérisés par l'absence totale ou presque de *Stauroderus scalaris* et *Arcyptera fusca*, trop xérophiles, et même par la présence de *Mecostethus grossus*, toujours très localisé; les plus secs contiennent parfois *Euchorthippus declivus*.

C. — LA ZONE DES HAUTES RÉGIONS est très réduite et on ne trouve que fort peu les espèces qui en sont caractéristiques : pas d'*Anoncotus alpinus* ni de *Melanoplus frigidus* ni même de *Podisma pedestris*; il n'est pas impossible qu'ils existent, mais ils doivent être fort rares et localisés. A la pointe de Chéry, près des Gets, le relevé 725 a donné, à 1 800 m d'altitude, les espèces suivantes :

<i>Aeropus sibiricus</i>	58 %
<i>Metrioptera saussuriana</i>	2 %
<i>Chorthippus longicornis</i>	40 %

Aeropus sibiricus est la seule espèce de cette zone trouvée dans le Chablais; et nous avons déjà mentionné que *Podisma alpina* peut plutôt y être considéré comme une espèce montagnarde. *Chorthippus longicornis* prouve une fois de plus ses grandes facultés d'adaptation.

Notons en conclusion que le Chablais possède principalement des faunes d'Orthoptères d'allure assez nettement hygrophile; dans les terrains secs, l'allure de la population reste celle de basse altitude même si on s'élève assez haut. Au contraire, dans les terrains humides, la descente des espèces d'altitude est favorisée. Enfin, toute cette faune est assez pauvre et quelques espèces en forment la grande majorité.

2° La Chaîne des Aravis, les Bauges et les Bornes.

Cette région forme un vaste ensemble de Bonneville et Cluses au N-E, à Chambéry au S-O, limité à l'Est par les vallées de l'Isère et de l'Arly. Son altitude ne dépasse guère 2 500 m dans sa partie nord, 2 000 m dans sa partie sud. Cette dernière est très boisée. Les caractères de sa faune se rapprochent beaucoup de ceux que nous avons signalés dans le Chablais.

A. — LA ZONE DES BASSES VALLÉES jusque vers 1 000 m possède une population à base de *Chorthippus longicornis* et de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, souvent mélangés, le *Ch. longicornis* dominant presque toujours. L'humidité favorise surtout la descente d'*Euthystira brachyptera* comme dans le relevé 519 fait au Chatelard, vers 700 m d'altitude, et que l'on peut considérer comme assez typique :

<i>Euthystira brachyptera</i>	5 %
<i>Chorthippus longicornis</i>	80 %
<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i> ..	10 %
<i>Decticus verrucivorus</i>	5 %

La plupart des relevés effectués dans cette zone se rapprochent beaucoup de cette moyenne; naturellement, des modifications peuvent intervenir dans certains sens. Aux basses altitudes, dans des microclimats plus chauds et secs, on trouve parfois *Euchorthippus declivus*, *Chorthippus dorsatus* mêlés aux *Gl. biguttulus-bicolor-mollis* qui, dans ce cas, prédominent sur *Ch. longicornis*; des *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis* se rencontrent aussi dans les mêmes conditions, mais rarement. *Euthystira brachyptera* peut devenir très abondant et même prédominer, dans les hautes herbes humides. Enfin, des espèces montagnardes peuvent apparaître dans les parties les plus élevées de cette zone, généralement à l'occasion d'un microclimat plus humide et froid.

B. — LA ZONE DE MOYENNE MONTAGNE offre des caractères très analogues à ceux du Chablais. *Ch. longicornis* et surtout *Gl. biguttulus-bicolor-mollis* y sont peu à peu remplacés, à mesure qu'on s'élève, par des espèces montagnardes : *Euthystira brachyptera*, *Stauroderus scalaris*, *Arcyptera fusca*, *Metrioptera saussuriana* deviennent très abondants; on y trouve aussi, quoique plus rares et plus localisés : *Chrysochaon dispar*, *Psophus stridulus*, *Gomphocerus rufus*, *Metrioptera rarseli*, *Stenobothrus lineatus*, *Omocestus viridulus* à peu près dans l'ordre d'importance décroissante. Aux Etages, près du col des Aravis (relevé 533), on peut noter la présence, très rare dans les Alpes, de *Pholidoptera griseoptera*. Dans les buissons, *Tettigonia viridissima* coexiste longtemps avec *Tettigonia cantans*. Enfin, dès 1 000 m, on commence à rencontrer des individus de *Podisma alpina* qui se trouvent dans toute cette zone montagnarde, et qui peuvent devenir très abondants dans ces régions supérieures, comme le montre le relevé 728, prélevé à 1 860 m sur les flancs de la Tournette, point culminant des Bornes :

<i>Podisma pedestris</i>	3 %	<i>Euthystira brachyptera</i>	8 %
<i>Podisma alpina</i>	51 %	<i>Metrioptera saussuriana</i>	6 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	3 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	29 %

C. — LA ZONE DES HAUTES RÉGIONS retire son individualité réelle de la présence d'espèces de hautes montagnes, en principe à partir de 2 000 m, mais en fait celles-ci peuvent descendre un peu plus bas. C'est ainsi que la présence de *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus*, très rares dans les massifs subalpins, permettrait de classer le relevé précédent dans cette zone s'ils étaient plus abondants. Lorsqu'on s'élève encore sur la Tournette, vers 2 200 m, près du sommet, la population, extrêmement clairsemée, comprend surtout *Podisma pedestris*, mêlé de quelques *Podisma alpina* et *Anonconotus alpinus*.

Sur le sommet de Rochebrune, près de Megève, qui n'atteint pas 2 000 m, on trouve d'importantes proportions d'*Aeropus sibiricus* descendant par plaques jusque vers 1 500 m. C'est là encore une espèce de haute montagne fort rare dans cette région; elle ne se

trouve pas à la Tournette. En tout cas, tout montre que l'altitude assez faible de cette région et son éloignement du centre de la chaîne rendent peu fréquente la présence de ces espèces très différenciées; elles n'existent que sur certains sommets favorisés de circonstances particulières.

En conclusion, la région des Aravis se rapproche beaucoup par les caractères de sa faune d'Orthoptères de la région du Chablais. On peut y noter une limite inférieure des espèces montagnardes très basse, un caractère hygrophile à peu près aussi prononcé que dans le Chablais, la montée à des altitudes élevées des espèces de plaine, surtout *Chorthippus longicornis* et, enfin, la présence d'un nombre d'espèces relativement faible.

3° Le Beaufortin.

Cette région, à l'est de la chaîne des Aravis, s'étend entre les grands massifs du Mont Blanc et de la Vanoise et son altitude ne dépasse guère 2 500 m. Son individualité est peu marquée et c'est pourquoi nous rattacherons à cette étude cette petite zone de transition; de plus, son climat humide, son manque de régions élevées la rapprochent de la zone subalpine.

A toutes les altitudes, un caractère y est très dominant : la grande prépondérance de *Chorthippus longicornis* qui forme partout ou presque partout au moins 50 % des relevés.

DANS LA ZONE DES BASSES VALLÉES, il se mélange à *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* que l'on trouve même parfois dans des micro-climats humides en compagnie de *Mecostethus grossus*, chose à priori surprenante; dans les régions boisées, il s'y ajoute *Gomphocerus rufus*, et une fois *Pholidoptera griseoptera*.

DANS LA RÉGION MONTAGNARDE, *Chorthippus longicornis* est toujours aussi abondant — au moins 50 % — à peu près partout; au lieu des espèces précédentes, on en trouve simplement d'autres plus montagnardes : *Stauroderus scalaris*, *Arcyptera fusca*, *Metrioptera ræseli*, et toujours *Chrysochraon dispar* et *Euthystira brachyptera*, surtout vers l'Ouest. Le relevé 505, fait dans le Chablais et dont nous avons déjà donné la composition, exprime aussi très bien la majorité des populations montagnardes du Beaufortin; il est presque identique à un relevé (540) fait aux Colombières près d'Arêches.

Enfin, LES HAUTES RÉGIONS, au-dessus de 2 000 m, ont encore une population à base de *Chorthippus longicornis*, toujours abondant même à 2 300 m, comme au col Bresson, vers Pierre Menta (relevé 11) :

<i>Podisma pedestris</i>	4 %	<i>Metrioptera saussuriana</i>	1 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	13 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	1 %
<i>Glyptobothrus apicarius</i>	6 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	75 %

La présence de *Podisma pedestris*, *Anonconotus alpinus* et surtout *Glyptobothrus apricarius*, l'absence de *Podisma alpina* montrent l'influence des hautes chaînes voisines de la Vanoise. Cette région se sépare déjà très nettement de la zone subalpine dans sa partie orientale pour se rapprocher de la zone interne.

Le Beaufortin montre donc bien ses caractères de région de transition; sa faune se rattache à celle de la chaîne des Aravis dans ses régions occidentales, plutôt à celle de la Vanoise et du Mont Blanc dans sa partie orientale. Il met bien en évidence la différence entre les faunes de la zone subalpine et celle des hautes chaînes. La prépondérance partout de *Chorthippus longicornis* y montre néanmoins un important caractère commun.

4° La Grande-Chartreuse.

C'est la chaîne, très bien définie géographiquement, qui s'étend à l'ouest du sillon subalpin entre Chambéry et Grenoble; c'est la plus basse des chaînes subalpines du Nord, culminant à Chamechaude (2 087 m). Elle est très boisée et on y rencontre fort peu de pelouses élevées si favorables aux Orthoptères de montagne.

Chorthippus longicornis est encore l'espèce prédominante à peu près partout; les populations d'Orthoptères, par suite du grand développement des forêts, sont très morcelées et on observe la montée à des altitudes élevées de ce *Chorthippus*, ainsi que la descente d'espèces montagnardes jusque fort bas.

DANS LES BASSES VALLÉES se mélangent surtout *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*; il s'y ajoute un certain nombre d'espèces très banales (*Platycleis denticulata*, des *Edipoda* dans les microclimats plus secs, *Metrioptera ræseli*, *Omocestus viridulus* dans les microclimats plus humides); si l'on monte dans la zone des forêts, *Psophus stridulus* se rencontre et *Nemobius silvestris* pullule presque partout sous les feuilles mortes; *Tettigonia cantans* se trouve dans les buissons.

Voici un exemple : le relevé 419, au nord du col du Granier, vers 900 m d'altitude, sur marno-calcaires, a été fait dans la clairière d'une forêt où le Hêtre domine :

<i>Stauroderus scalaris</i>	10 %	<i>Edipoda cærulescens</i>	4 %
<i>Euthystira brachyptera</i>	8 %	<i>Nemobius silvestris</i>	19 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	1 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	26 %
<i>Platycleis denticulata</i>	4 %	<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	28 %

Déjà descendent les espèces montagnardes *Stauroderus scalaris* et *Euthystira brachyptera*, cette dernière normale dans un pays de climat général humide.

EN MONTANT PLUS HAUT, le rôle des espèces montagnardes augmente, surtout ces deux dernières. *Arcyptera fusca* ne se trouve que rarement; on trouve parfois des *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis*, plutôt thermophiles, *Chrysochraon dispar* et *Mecostethus grossus*, hygrophiles. *Glyptobothrus apricarius* n'a jamais été rencontré et semble manquer.

Mais les faunes se mélangent, et au col du Cucheron, vers 1 150 m (relevé 424), avec *Euthystira brachyptera*, *Chorthippus longicornis* et *Stauroderus scalaris*, on constate déjà l'apparition de *Podisma alpina* — qui commence à se faire rare dans ce massif plus méridional que les précédents — et d'*Anonconotus alpinus*, toujours rare. *Podisma pedestris* commence à se montrer, mais ses captures sont exceptionnelles dans toute cette zone montagnarde.

Enfin, lorsqu'on arrive AUX RÉGIONS LES PLUS ÉLEVÉES, au-dessus des forêts, la faune est très pauvre; ces endroits sont du reste fort rares, car la forêt monte le plus souvent jusqu'aux crêtes urgoniennes qui couronnent les montagnes et dont les falaises calcaires sont peu propices aux Orthoptères. Quand par hasard on trouve une prairie d'altitude élevée, la densité des populations d'ailleurs banales est très faible; voici un exemple pris à Charmant Som, à 1 700 m (relevé 634) :

<i>Aeropus sibiricus</i>	5 %	<i>Omocestus viridulus</i>	25 %
<i>Decticus verrucivorus</i>	5 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	65 %

Même dans ces lieux élevés, et encore plus, pourrait-on dire, *Chorthippus longicornis* se révèle être l'espèce prédominante. *Aeropus sibiricus*, d'ailleurs fort rare, se trouve ici à une de ses plus basses altitudes de capture. DE VICHET déclare avoir capturé *Melanoplus frigidus* dans le massif de la Chartreuse; cette espèce doit en tout cas y être extrêmement rare et localisée, car ce n'est qu'au sommet de Chamechaude ou en quelques points analogues que l'on pourrait vraisemblablement la trouver.

Cette chaîne présente ainsi des populations d'Orthoptères dont les caractères sont très voisins de ceux du Chablais et des Aravis. La présence de quelques espèces, la raréfaction de certaines autres (*Podisma alpina* fait lentement place à *P. pedestris* par exemple) lui donnent une petite originalité, mais sous laquelle on retrouve les vrais caractères généraux de tout ce groupe de régions.

5° Le Vercors.

Cette chaîne est la plus méridionale qui fasse partie des massifs subalpins du Nord; elle s'étend, à l'ouest de la vallée du Drac, entre Grenoble et Die; et c'est à peu près au col de Rousset, à 10 km au nord de Die, que l'on peut fixer la limite entre les massifs subalpins du Nord et du Sud. Le climat et la végétation changent assez brus-

quement. Au nord du col, c'est une véritable hêtraie montagnarde; au sud, c'est une hêtraie méridionale, très dégradée, très ouverte, envahie par le soleil et qui tourne vite à la lande à Buis et Amélanchier, et où l'on trouve une foule de plantes méridionales.

La faune orthoptérique des PARTIES BASSES du Vercors surtout traduit nettement son début de caractère méridional. L'humidité est encore aussi forte que dans les autres massifs subalpins septentrionaux, mais certaines particularités annoncent déjà le midi. *Chorthippus longicornis* est encore fort abondant, mais son rapport avec les *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* tend à diminuer notablement. On rencontre beaucoup plus fréquemment *Chorthippus dorsatus*, par exemple dans la plaine de Villard-de-Lans aux environs de 1 000 m, et *Euchorthippus declivus* qui, dans les Alpes, présente de nettes affinités méridionales. Aussitôt qu'on se rapproche de la plaine, les stations deviennent plus thermophiles; *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* y est prépondérant et on y trouve aussi *Ephippiger ephippiger*, des *Ædipoda*, *Calliptamus italicus*.

LES ESPÈCES MONTAGNARDES descendent beaucoup moins bas que dans les chaînes subalpines plus septentrionales. *Stauroderus scalaris* et *Arcyptera fusca* descendent peu au-dessous de 1 000 m et sont prépondérants; *Euthystira brachyptera* est moins fréquent, ainsi que *Metrioptera saussuriana*. *Psophus stridulus* est favorisé par le grand développement des forêts qui s'étendent presque partout sur de vastes étendues au-dessus de 1 000 m.

Enfin, AUX ALTITUDES ÉLEVÉES, *Podisma alpina* ne se rencontre plus guère; *Metrioptera saussuriana* s'y réfugie; et entre 1 500 m et 2 000 m, ce sont ces deux espèces avec *Chorthippus longicornis* qui sont encore les plus abondantes. Au-dessus de 2 000 m, les milieux qui peuvent abriter des Orthoptères ne sont pas très fréquents; une faible partie du Vercors dépasse en effet cette altitude et elle est surtout composée de crêtes calcaires à faible végétation et peu favorable à la vie animale. La faune qu'on y rencontre est d'ailleurs fort peu dense mais intéressante.

Au sommet du téléférique de Villard-de-Lans, près de la Grande Moucherolle, vers 2 150 m d'altitude, le relevé 723 a montré :

<i>Aeropus sibiricus</i>	5 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	10 %
<i>Podisma pedestris</i>	85 %

Podisma pedestris et *Anonconotus alpinus* se trouvent fréquemment dans les Alpes méridionales; ils composent par exemple l'essentiel de la faune d'altitude au Mont Ventoux. Quant à *Aeropus sibiricus*, sa présence assez exceptionnelle est due à la grande altitude de ce relevé. On ne le trouve plus guère dans la zone subalpine méridionale qu'à l'Obiou; plus au Sud, les altitudes trop faibles jointes à un climat

plus sec et plus chaud empêchent probablement son développement.

En résumé, le Vercors est encore nettement une région subalpine septentrionale par ses caractères d'humidité et de fraîcheur qui favorisent là aussi *Chorthippus longicornis*; mais les influences méridionales se font déjà sentir un peu partout, aussi bien dans les parties basses que dans les régions élevées dont la faune rappelle déjà nettement celle de la chaîne Ventoux-Lure; les espèces montagnardes descendent moins bas. Tout concourt à affirmer ce caractère de région de transition.

6° Conclusion.

Il est facile, après cette étude, de dégager les caractères généraux de la faune des Orthoptères dans l'ensemble de ces régions.

1° Il s'agit presque partout d'une faune à caractère nettement hygrophile : dans les espèces montagnardes, *Euthystira brachyptera* a la prépondérance ; *Chrysochraon dispar* et même *Mecostethus grossus*, espèces typiquement hygrophiles, se rencontrent souvent, ainsi que certains *Metrioptera*.

2° *Chorthippus longicornis* est très abondant à toutes les altitudes, sauf tout près de la plaine dans les parties méridionales de la zone étudiée; espèce assez hygrophile, robuste, elle se trouve là dans son élément.

3° Chose intéressante et qui ne se rencontre guère que dans cette région, *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* se trouvent très souvent coexister en proportions voisines, alors que ce fait est exceptionnel dans le reste des Alpes françaises où les exigences de ces deux Orthoptères semblent nettement séparées, au point de s'exclure mutuellement presque partout. Une étude très détaillée de leur écologie propre et peut-être l'analyse des exigences du complexe des espèces de *Glyptobothrus* montreraient probablement l'origine de cette anomalie.

4° Du Nord au Sud, on observe un certain gradient dans la répartition de certaines espèces alpines et montagnardes. L'indice d'aridité, les précipitations et les températures de juillet sont pourtant à peu près identiques tout le long de cette grande région qui borde les Alpes françaises vers le NW; mais on constate en fait que des espèces diminuent d'abondance du Nord au Sud, alors que l'inverse a lieu pour d'autres.

— Quand on passe du Chablais au Vercors, on constate que les espèces d'altitude descendent moins bas; mais en fait on n'observe réellement ce phénomène que dans le Vercors; dans le reste de la région, il ne varie pratiquement pas.

— Le rapport entre les deux espèces *Stauroderus scalaris* et *Arcyptera fusca*, dont l'écologie nous semble voisine, semble varier localement, mais ne présente pas de variation d'ensemble nette.

— *Euthystira brachyptera*, *Chrysochraon dispar* diminuent pro-

gressivement d'abondance du Nord au Sud; très abondants dans le Chablais, ils deviennent beaucoup plus rares en Vercors.

— *Anonconotus alpinus*, *Glyptobothrus apricarius* sont exceptionnels au Nord et ne commencent à se présenter en nombre que dans le Vercors. Signalons que dans le Beaufortin, situé plus à l'intérieur de la chaîne, les influences de la Vanoise, où cette dernière espèce est fort abondante, se font sentir de façon très notable.

— *Podisma alpina* et *Podisma pedestris* se remplacent progressivement l'un l'autre. *P. alpina* est très abondant dans tout le Nord de cette région et descend très bas; *P. pedestris* reste confiné à des altitudes bien plus élevées et ne devient présent en quantité notable que dans le Sud. Rappelons que dans les Alpes méridionales, il est présent presque partout au-dessus de 1 500 m.

5° L'altitude n'est jamais très élevée et rend fort rares et fort localisées certaines espèces qui peuplent spécifiquement la haute montagne : *Aeropus sibiricus*, *Melanoplus frigidus*; la présence de cette dernière nous a même échappé dans toute cette zone.

6° Enfin, certaines espèces qui ne se rencontrent qu'exceptionnellement dans les Alpes françaises peuvent ne se trouver que dans la région subalpine septentrionale, attirées par des conditions d'humidité exceptionnelles. C'est le cas de *Pholidoptera griseoptera*, trouvé une fois en Vanoise occidentale et à plusieurs reprises dans la chaîne des Aravis, en Chartreuse et en Vercors; et ce *Pholidoptera*, dont on signale pourtant quelques captures dans les Alpes méridionales (BELLECROIX, AZAM), semble ainsi n'exister que dans la zone externe de la chaîne.

L'ensemble de la population d'Orthoptères de cette région paraît ainsi étudiée avec assez de netteté. L'homogénéité climatique commande une homogénéité de la faune, ainsi qu'une relative pauvreté, et c'est ce que l'on a pu constater. Toutefois, une région qui s'étend sur 200 km du Nord au Sud ne peut présenter une faune rigoureusement identique d'une extrémité à l'autre; les différences signalées plus haut mettent suffisamment ce fait en évidence.

II. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DES MASSIFS DU MONT BLANC ET DES AIGUILLES ROUGES

La région du massif du Mont Blanc est une des plus froides et des plus humides de France; de plus, le maximum des précipitations se situe pendant les mois d'été. Les Orthoptères, qui ne mènent une vie active que durant la belle saison, subiront donc particulièrement ces influences.

Une autre caractéristique de cette région est la présence régulière d'une ceinture forestière dense et à peu près continue s'étendant généralement de 1 200 m jusque vers 1 600 m d'altitude, parfois plus haut.

A part quelques espèces particulières et sauf dans des régions de clairières, il n'y aura donc pratiquement pas de populations d'Orthoptères vers cette altitude, presque toutes les espèces ne supportant pas l'ombre d'une forêt un peu dense.

L'étude principale portera donc sur les fonds de vallée bordant le massif, jusqu'à la forêt : vallée de l'Arve ou de Chamonix, orientée principalement SW-NE, vallée du Bon Nant ou Val Montjoie, orientée N-S, d'une part; et d'autre part sur les hautes régions, c'est-à-dire les prairies alpines situées au-dessus des forêts, et les différents terrains, parfois azoïques, s'étendant jusqu'au voisinage des glaciers et même à l'intérieur des massifs du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges. Une mention spéciale sera réservée à la faune des régions intermédiaires, beaucoup moins abondante, plus localisée et qui n'est qu'un prolongement ou un mélange des faunes supérieures et inférieures.

1° Les populations des vallées.

On peut considérer, sans se tromper, que l'on ne pénètre dans les vallées limitrophes du massif du Mont Blanc qu'à partir du Fayet; l'altitude qui est là voisine de 500 m augmente rapidement en quelques kilomètres, par suite des pentes très fortes, pour atteindre ces véritables vallées suspendues dont l'altitude avoisine 1 000 m sur la plus grande partie de leur longueur. Au-dessous de ce verrou naturel, les populations d'Orthoptères n'offrent aucun caractère montagnard. Toute la région étant assez humide, c'est naturellement le *Chorthippus longicornis* qui prédomine fortement. Les endroits plus chauds et plus secs abritent des *Glyptothrus* du groupe *biguttulus-bicolor-mollis*; les autres espèces sont représentées en nombre moins important : *Edipoda* dans les coins pierreux, chauds et secs, *Stenobothrus lineatus*, *Decticus verrucivorus*, *Platycleis denticulata*, *Tettigonia viridissima* sont les plus courantes. Les stations particulièrement humides abritent *Metrioptera ræseli*, *Mecostethus grossus*, *Chrysochraon dispar* et même *Euthystira brachyptera*, espèce montagnarde, mais qui peut descendre jusque vers 600 m d'altitude quand les circonstances la favorisent.

En résumé, cette faune est essentiellement médio-européenne, à caractère banal, avec prédominance des éléments hygrophiles sur les éléments xérophiles sur le plan général, la répartition en chaque point dépendant évidemment de façon étroite du microclimat. On ne peut pas la considérer comme faisant vraiment partie du massif du Mont Blanc, et seule la présence d'*Euthystira brachyptera* rappelle le voisinage des très hautes montagnes.

En montant dans la vallée de Chamonix, la partie à pente rapide de la vallée, très boisée, n'est pas favorable à la pullulation des Orthoptères. Un peu avant les Houches, vers l'altitude 900 m, elle

commence à s'ouvrir et on rencontre là de petites clairières, peuplées principalement de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* lorsqu'elles sont exposées au Sud, *Chorthippus longicornis* lorsqu'elles sont exposées au Nord; en certains points apparaissent d'assez nombreux *Stauroderus scalaris*, d'affinité typiquement montagnarde; *Nemobius silvestris*, *Psophus stridulus* fréquentent les lisières des endroits boisés; dans les buissons, *Tettigonia cantans*, espèce montagnarde, se mélange progressivement à *Tettigonia viridissima*. Les endroits humides ont une faune à caractère montagnard moins prononcé — au voisinage de l'Arve par exemple —, et ne diffèrent pas de ceux qu'on trouve beaucoup plus bas.

Des Houches jusqu'à Charamillon, à l'extrémité NE de la vallée, les conditions homogènes conditionnent des populations homogènes dans leur fond et qui ne diffèrent que par les proportions de chaque espèce; et dans la petite vallée parallèle Vallorcine — col de Salenton, d'altitude plus élevée, seule la proportion d'espèces montagnardes, plus grande, marque une différence.

Cette homogénéité mérite d'être discutée sur des bases précises, et il n'est pas mauvais de reproduire ici les pourcentages des espèces dans 4 relevés pris à divers points de la vallée.

	506	507	108	109
<i>Stauroderus scalaris</i>	11	7	4	17
<i>Arcyptera fusca</i>	12	3	3	3
<i>Euthystira brachyptera</i>	3	—	—	17
<i>Psophus stridulus</i>	—	—	1	4
<i>Stenobothrus lineatus</i>	2	6	—	12
<i>Omocestus viridulus</i>	—	1	26	2
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	—	1,5	—	—
<i>Metrioptera ræseli</i>	—	0,5	—	—
<i>Metrioptera saussuriana</i>	—	—	2	2
<i>Decticus verruciporus</i>	10	5	4	7
<i>Tettigonia viridissima</i>	1	—	—	—
<i>Tettigonia cantans</i>	2	—	—	—
<i>Platycleis denticulata</i>	10	4,5	—	—
<i>Chorthippus longicornis</i>	42	52	59	25
<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	7	20	1	11

Le relevé 506 est fait tout près de Chamonix, dans un endroit assez plat, très banal et tout à fait représentatif des conditions moyennes de la vallée; 507 aux Chosalets, vers 1 200 m, ressemble beaucoup comme conditions à 506; 108 est fait au col des Montets, à 1 450 m, au voisinage d'un torrent; 109 à la Vordette, au NW du col des Montets, vers 1 550 m d'altitude. En tous ces points, la végétation était basse, sur sol acide, à base de *Rhododendron*, *Vaccinium* et d'espèces médio-européennes.

On remarquera d'abord que des Houches au col des Montets, la proportion d'espèces banales caractéristiques de la zone médio-

européenne, et carrément ubiquistes (*Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*), oscille entre 50 et 70 %, ce qui est beaucoup; et ce n'est que vers 1 500 m, dans une vallée froide, en retrait de la vallée principale, que cette proportion globale tombe à 36 %. Les espèces de moyenne montagne (les 4 premières citées) sont dans une proportion assez variable, de 8 à 25 % dans tout le bas de la vallée, mais augmentent beaucoup vers 1 500 m. Une signification précise est difficile à en tirer, car *Stauroderus scalaris* est plutôt xérophile, *Euthystira brachyptera* plutôt hygrophile et leur répartition dépend énormément, parfois à quelques mètres près, du microclimat local. Il est facile de constater par des examens rapides en dehors de ces relevés précis que, sur de grandes étendues homogènes, la répartition globale de ces espèces est assez uniforme avec, par places, des variations dont ces quatre relevés montrent l'ampleur.

Les autres espèces ont moins de signification; ce sont des espèces banales qui se rencontrent aussi bien en plaine qu'en montagne. *Omocestus viridulus*, assez hygrophile, se rencontre précisément à l'endroit le plus humide, où les brumes matinales sont fréquentes et la rosée abondante. Enfin, le *Decticus*, comme souvent, fait montre d'une grande régularité dans sa répartition.

Nous pouvons retenir de cette analyse quelques points précis :

a) La population de cette vallée est assez pauvre : une dizaine d'espèces en composent toujours les 95 % en n'importe quel point.

b) Les espèces très banales de plaine *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* y sont très abondantes, surtout la première, manifestant ainsi la grande humidité du massif, et en proportion totale à peu près fixe, le rapport des deux dépendant naturellement du microclimat.

c) Les espèces montagnardes ne sont qu'au nombre de 4, en proportion globale assez faible (10 à 20 % environ) jusqu'à 1 500 m, la proportion particulière de chacune dépendant aussi du microclimat.

Tout ceci peut paraître extrêmement diversifié, mais un observateur averti qui a séjourné longuement dans la vallée peut constater que les paramètres de variation autour d'une moyenne sont en petit nombre. L'humidité qui intervient dans le rapport *Chorthippus longicornis*/*Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* est peut-être le paramètre le plus important; le froid qui peut se traduire en grande partie par le défaut d'ensoleillement à la belle saison est le facteur qui favorise probablement le plus la grande proportion d'espèces montagnardes; enfin, l'altitude semble, dans les limites où nous sommes, jouer un rôle négligeable, compensé en tout cas en grande partie par le fait qu'en haut de la vallée, l'ensoleillement est plus important car le fond est moins encaissé.

Le faible rôle que joue l'altitude peut être mis en évidence de façon très démonstrative par un relevé (n° 6) effectué au fond de

la vallée à Charamillon, sur une pelouse orientée au SW; l'ouverture de la vallée est ici maximum et l'ensoleillement est très important, le terrain plutôt sec.

Voici les résultats obtenus :

<i>Euthystira brachyptera</i>	2 %	<i>Meconema thalassina</i>	1 %
<i>Psophus stridulus</i>	1 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	22 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	2 %	<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-</i>	
<i>Omocestus viridulus</i>	1 %	<i>mollis</i>	68 %
<i>Decticus verrucivorus</i>	2 %		

Malgré l'altitude élevée, le nombre des espèces montagnardes est très faible, leur proportion n'atteint que 3 %; au contraire, les deux espèces fondamentales ubiquistes ont une proportion totale de 90 %, le *Glyptobothrus* étant trois fois plus abondant que le *Chorthippus*.

Enfin, une remarque importante : dans toute la vallée, aucun relevé ne montre d'espèce de haute montagne; les populations du fond sont isolées des populations voisines des hautes montagnes et des glaciers, que l'on trouve au-dessus des forêts.

Si l'on quitte la vallée de Chamonix par le Val Montjoie, on se trouve en face d'une formation assez peu comparable, ce qui est dû au fait que la forêt occupe complètement la vallée, y compris le fond, à partir de 1 300 m. Dans la partie basse de cette vallée, les populations de plaine, à *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et surtout *Chorthippus longicornis*, sont prédominantes, avec parfois la présence d'une faible quantité d'espèces montagnardes comme *Stauroderus scalaris*.

A partir de 1 300 m, on atteint la forêt; les populations importantes d'Orthoptères ne se trouvent que dans quelques vastes clairières et sont assez hétérogènes; on peut les paralléliser avec la faune des clairières de l'étagé forestier qui existe sur presque toute la longueur de la vallée de Chamonix.

2° Les populations de la zone des forêts.

Les forêts d'épicéas et de mélèzes principalement, qui couvrent la partie supérieure du Val Montjoie et tous les flancs de la vallée de Chamonix, ne contiennent que fort peu d'Orthoptères. Quelques Ensifères seulement vivent réellement sous le couvert, le plus souvent dans les buissons et avec une très faible densité : *Leptophyes punctatissima*, *Meconema thalassina*, *Tettigonia viridissima* et *Tettigonia cantans*, ces deux dernières préférant même surtout les lisières. *Barbitistes serricauda* est très rare.

Ce n'est que dans les clairières couvertes de prairies et de buissons que l'on peut trouver d'importantes populations d'Orthoptères, attirés par la lumière. En voici 2 exemples, l'un pris dans le Val Montjoie, l'autre dans la vallée de Chamonix.

Relevé 8. — Le Pra, à 2 km au sud des Contamines, à 1 200 m d'altitude, sur un terrain assez humide sans orientation bien marquée.

<i>Stauroderus scalaris</i>	24 %	<i>Chrysochraon dispar</i>	5 %
<i>Arcyptera fusca</i>	9 %	<i>Tettigonia cantans</i>	1 %
<i>Psophus stridulus</i>	41 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	2 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	1 %	<i>Metrioptera saussuriana</i>	5 %
<i>Omocestus viridulus</i>	12 %		

Les faits essentiels que laissent apparaître ces relevés sont tout d'abord l'absence des deux espèces du couple *Chorthippus longicornis* - *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* — en fait ici, à cause de l'humidité du terrain, le *Chorthippus longicornis* prédominerait à coup sûr — qui est étonnante à cause de la faible altitude; et ensuite la grande abondance de *Psophus stridulus*, espèce généralement rencontrée en faible quantité; il est à remarquer que les individus de *Psophus* se tenaient principalement à l'ombre, à l'opposé de presque tous les Orthoptères des autres espèces.

Relevé 5. — Chalets de la Pendant, sur la rive gauche de la vallée de Chamonix, à la hauteur du Lavancher, entre la Mer de Glace et le Glacier d'Argentière; le terrain est large, bien dégagé dans la forêt de mélèzes, orienté NW et situé à 1 700 m d'altitude.

<i>Aeropus sibiricus</i>	10 %	} Espèces de haute montagne.
<i>Podisma alpina</i>	0,5 %	
<i>Stauroderus scalaris</i>	17 %	} Espèces montagnardes.
<i>Arcyptera fusca</i>	2 %	
<i>Psophus stridulus</i>	27 %	
<i>Metrioptera saussuriana</i>	2 %	
<i>Stenobothrus lineatus</i>	30 %	} Espèces ubiquistes.
<i>Decticus verrucivorus</i>	4 %	
<i>Chorthippus longicornis</i>	7,5 %	

Bien que situé à une altitude beaucoup plus élevée que le relevé 8, le relevé 5 montre des *Chorthippus longicornis* en proportion notable; les *Psophus stridulus* sont également très abondants. Les *Stenobothrus lineatus* atteignent une proportion peu ordinaire. Enfin, avec *Aeropus* et *Podisma alpina*, nous sommes en face d'espèces de haute montagne.

Du rapprochement de ces deux relevés, nous pouvons extraire les conclusions suivantes :

— *Psophus stridulus* aime la forêt; il se trouve assez fréquemment sur les pelouses alpines, mais c'est seulement dans les relevés de forêts — lisières ou clairières — qu'il atteint 20 %; et on peut dire qu'une proportion aussi forte est absolument caractéristique de ce biotope.

— L'abondance anormale de certaines espèces (*Stenobothrus lineatus*) ou l'absence d'autres qu'on s'attendrait à trouver (*Chorthippus longicornis*) paraît être due à l'isolement total ou partiel des populations des clairières qui, évitant les brassages de population, favorise la disparition ou la pullulation momentanée de certaines espèces;

il serait probablement vain de chercher à ces faits des causes purement microclimatiques.

— Enfin, en d'autres points des Alpes, le *Gomphocerus rufus* est une espèce caractéristique de ce milieu; elle ne semble pas exister dans ce massif, ou tout au moins y être fort répandue. D'après ce que l'on sait de l'écologie de cette espèce, il semble que le facteur limitant pourrait fort bien être dans cette région l'humidité des mois d'été.

3° Les populations des hautes régions.

Au-dessus de la limite des forêts, c'est-à-dire à partir de 1 800 m d'altitude environ, on rencontre enfin des peuplements d'Orthoptères où apparaissent les genres considérés comme spécifiques de la haute montagne : *Aeropus*, *Anonconotus*, *Podisma* au sens large. Nous y verrons toutefois d'importantes anomalies de distribution qui s'expliquent malaisément.

Les massifs du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges sont formés de granites et de schistes cristallins; dans les régions élevées, les éboulis plus ou moins consolidés, les anciennes moraines formées de ces matériaux composent la plus grande partie du substratum. Corrélativement, la végétation présente une très grande uniformité dans presque tous les relevés réalisés : il s'agit de broussailles de sol acide désignées par les botanistes sous le nom de *Rhodoreto-vaccinietum*; la strate arbustive, la plus caractéristique, est formée de *Rhododendron*, *Vaccinium* divers et *Juniperus nana*; des touffes d'herbes : *Deschampsia flexuosa* et *Nardus stricta*; des bruyères : *Calluna vulgaris*; parfois quelques arbres isolés, mélèzes principalement, forment l'essentiel de la végétation.

Quand on explore un peu attentivement cette région, l'observation la plus évidente et qui lui donne son caractère le plus marqué est la *dispersion* des populations; on peut parcourir des centaines de mètres sans rencontrer autre chose que de très rares Orthoptères isolés, souvent même tout à fait absents; sur de très grandes étendues, la densité globale tombe au-dessous de 1 individu par 100 m² au grand maximum. Par contre, en certains points, la densité devient forte, atteignant parfois mais rarement un chiffre de 10 par m² sur une surface variable — une fraction d'hectare à quelques hectares.

Si dans certains cas le microclimat peut donner une explication de ces rassemblements, dans beaucoup d'autres il ne semble pas être en cause; il n'est pas rare de trouver de vastes pentes sans relief secondaire marqué, d'orientation uniforme, sans différence d'humidité visible et dont une partie est couverte d'un peuplement d'Orthoptères assez dense, alors que tout le reste est pratiquement azoïque. Il est possible que, dans l'appréciation des conditions de milieu, quelque chose échappe à l'observateur le plus attentif, mais il est plus satis-

faisant pour l'esprit — et d'ailleurs ce n'est pas une contradiction avec nos connaissances sur les Orthoptères — d'invoquer une interattraction des individus, tendant à les rassembler soit au voisinage des lieux de ponte et d'éclosion, soit au hasard. Quand la densité est extrêmement faible, la capture des rares Orthoptères rencontrés se fait bien souvent par petits groupes de quelques unités, parfois de la même espèce, ce qui ne serait pas sans corroborer cette manière d'expliquer les choses.

Dans le détail, la comparaison des espèces trouvées dans chaque relevé est assez décevante. Voici à titre documentaire un tableau des pourcentages d'espèces relevés de haute altitude; les 3 premiers ont été faits sur la bordure NW du massif du Mont Blanc, les 2 suivants sur le versant SE du massif des Aiguilles Rouges et le dernier au col du Bonhomme, au SW du massif du Mont Blanc.

ALTITUDE.....		2 200 m	2 000 m	1 800 m	1 900 m	1 850 m	2 450 m
RELEVÉ.....		3	4	112	106	107	9
HAUTES RÉGIONS.	<i>Aeropus sibiricus</i>	—	—	50	4	18	—
	<i>Anonconotus alpinus</i>	—	3	—	—	—	50
	<i>Melanoplus frigidus</i>	—	—	—	—	—	50
	<i>Podisma alpina</i>	6	28	—	—	—	—
	<i>Podisma pedestris</i>	54	8	—	46	—	—
MONTA- GNARDES.	<i>Stauroderus scalaris</i>	—	—	—	30	22	—
	<i>Arcyptera fusca</i>	—	—	2	—	4	—
	<i>Euthystira brachyptera</i> ..	—	—	10	—	—	—
	<i>Psophus stridulus</i>	—	—	2	—	—	—
	<i>Metrioptera saussuriana</i> ..	3	15	4	4	2	—
MÉDIO- EUROPÉENNES.	<i>Omocestus viridulus</i>	3	—	—	—	18	—
	<i>Stenobothrus lineatus</i>	—	—	—	4	—	—
	<i>Decticus verrucivorus</i>	—	—	2	—	4	—
	<i>Chorthippus longicornis</i> ..	31	23	30	12	32	—
	<i>Glyptobothrus biguttulus- bicolor-mollis</i>	3	23	—	—	—	—
		Orientation NW.			Orientation SE.		

Une observation brutale : à 2 450 m d'altitude, au col du Bonhomme, la population n'est composée que de 2 espèces des hautes régions : *Anonconotus alpinus* et *Melanoplus frigidus*, cette dernière étant celle qui descend peut-être le moins bas. Il n'y a là rien que de très normal et, sur ce relevé, les commentaires sont inutiles. Passons maintenant aux 5 autres relevés, tous réalisés au voisinage de 2 000 m. Paradoxalement, la seule espèce qui se trouve avec quelque abondance dans ces cinq relevés est une espèce médio-européenne ubiquiste, *Chorthippus longicornis*; elle existe aussi partout dans le fond de la vallée et se trouve donc répandue dans tout le massif — sauf dans les régions azoïques naturellement; ses tendances hygrophiles s'harmonisent bien avec le climat général du massif, mais il est curieux de la voir monter aussi haut en aussi fortes proportions.

Une mention spéciale doit aussi être décernée à *Metrioptera saussu-*

riana qui est également répandue partout, quoique toujours en proportions plus faibles; c'est une espèce propre aux Alpes du Nord.

Les espèces de moyenne montagne sont à la fois peu répandues et peu abondantes, sauf *Stauroderus scalaris* dont la proportion atteint 30 % dans les relevés orientés au SE.

Enfin, naturellement, les espèces de haute montagne donnent leur originalité à cette zone, puisqu'elles ne descendent pas dans la vallée. On y trouve *Aeropus sibiricus*, *Anonconotus alpinus*, *Podisma alpina*

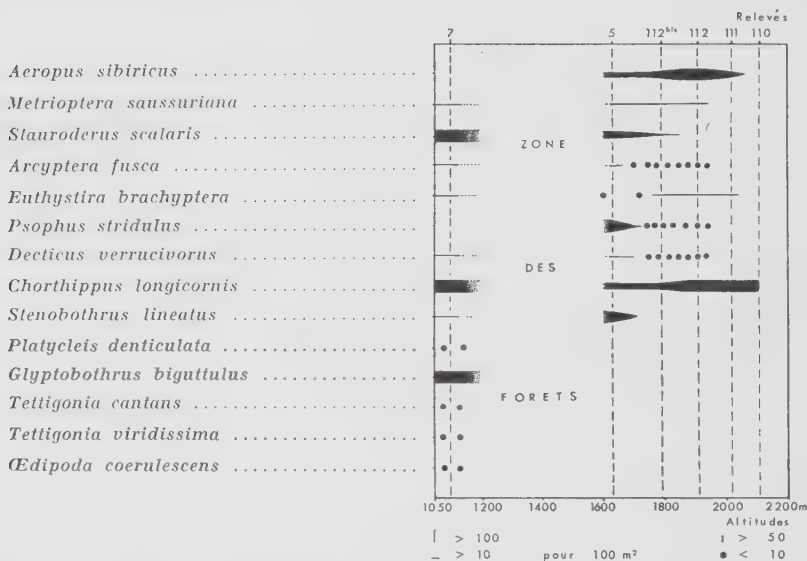


FIG. 20. — Variation de densité des différentes espèces d'Orthoptères en montant du fond de la vallée de Chamonix (1 050 m) jusqu'au Mont Lachat (2 100 m). La largeur de la bande symbolise la densité de l'espèce correspondante suivant les indications données en bas du graphique, en nombre d'individus pour 100 m². Dans la zone forestière, les espèces envisagées manquent ou sont confinées aux clairières.

et *pedestris*; mais aucune de ces espèces n'est répandue partout et leur proportion est très variable.

En somme, on ne peut guère donner de caractères généraux des relevés de cette zone, qui apparaît comme fort hétérogène; les micro-climats différents d'une part, et surtout l'isolement des zones peuplées sont probablement les facteurs qui contribuent le plus à cet état de chose. En Oisans, les hautes régions ont une population beaucoup plus homogène et il semble bien que ce soit surtout à cause du peuplement général plus dense.

La possibilité de *Chorthippus longicornis* de monter à des altitudes élevées a semblé intéressante à vérifier, et une petite étude a été faite à ce propos au Mont Lachat, dans la vallée de Chamonix, à la hauteur des Houches et au voisinage du col de Voza (fig. 20). Le

relevé 112 mentionné dans le tableau avait été réalisé au voisinage de ce col. La population d'Orthoptères, ici assez continue, a été examinée depuis la station supérieure du téléphérique de Bellevue à 1 800 m et au-dessous, jusqu'au sommet du Mont Lachat à 2 100 m, à peu près suivant une ligne W-E tracée dans la formation à *Rhododendron* et *Vaccinium*, sauf au sommet où elle se réduit à peu près à une prairie de Graminées d'accompagnement : *Deschampsia*, *Nardus*, *Festuca*. Voici les résultats en pourcentages :

	STATION TÉLÉ- PHÉRIQUE 1 800 m	RELEVÉ 112 1 900 m	RELEVÉ 111 2 000 m	MONT LACHAT (110) 2 100 m
<i>Aeropus sibiricus</i>	31	50	10	—
<i>Arcyptera fusca</i>	2	2	—	—
<i>Stauroderus scalaris</i>	20	—	—	—
<i>Euthystira brachyptera</i> ...	9	10	4	—
<i>Psophus stridulus</i>	2	2	—	—
<i>Metrioptera saussuriana</i> ...	3	4	—	—
<i>Decticus verrucivorus</i>	3	2	—	—
<i>Chorthippus longicornis</i> ...	30	30	86	100

On constate ce fait paradoxal que c'est l'espèce de plaine, la plus ubiquiste, qui monte le plus haut, au-dessus des espèces montagnardes ici au nombre de 5, et au-dessus même de l'*Aeropus*, espèce de haute montagne; la végétation ne peut être invoquée, car au relevé 111 la végétation est pratiquement la même qu'au relevé 112, et pourtant la proportion de *Chorthippus longicornis* est déjà de 86 %. Tout désigne donc cette espèce comme largement *eurytherme*.

Enfin, signalons le fait que, en plein cœur du massif du Mont Blanc, au bord des glaciers, on trouve parfois de petites étendues de pelouses absolument isolées par des glaciers ou des parois granitiques raides. Quand celles-ci sont particulièrement bien orientées, plein Sud par exemple — c'est le cas au-dessus des Egralets, près du refuge du Couvercle —, on y rencontre parfois quelques individus de *Stauroderus scalaris*. Il semble que dans ce cas le transport par des courants d'air puisse peut-être s'envisager, surtout quand on considère que cette espèce est une de celles qui volent le mieux. Autrement, le problème de la venue de ces individus isolés semble difficile à résoudre.

Conclusion.

L'étude des populations d'Orthoptères des régions voisines du Mont Blanc est assez difficile et se présente d'une façon beaucoup moins schématique que dans d'autres massifs (Pelvoux et Mont Ventoux par exemple). Une représentation cartographique en a été tentée, mais il semble bien qu'elle soit moins significative qu'ailleurs, en

raison de la disparité qui apparaît dans les relevés pourtant proches. Si pour les populations du fond des vallées l'homogénéité des peuplements est satisfaisante, il est loin d'en être de même dans les clairières de la zone des forêts et dans les hautes régions. Il semble bien que la principale raison en soit l'*isolement* des différentes aires peuplées, disjointes par la nature même du milieu pour les clairières, par les microclimats et l'interattraction des individus pour les hautes régions où la densité *globale* de population est faible.

Cette faible densité nous semble une conséquence du climat de cette région, une des plus froides et des plus humides des Alpes françaises. Seules des espèces comme *Chorthippus longicornis* et *Metrioptera saussuriana* s'y sentent à l'aise et sont répandues dans toutes les stations, à des altitudes très variables, la première certainement par suite de son extrême plasticité et la seconde, semble-t-il, parce que suffisamment thermophile et hygrophile à la fois. Un autre caractère important, mais non spécial à cette région, est l'opposition très marquée entre les populations de fond de vallées et celles des hautes régions, nettement séparées par la zone des forêts. Enfin, la dureté des conditions climatiques a pour conséquence une certaine pauvreté en espèces de la faune.

Si cette analyse n'est pas aussi satisfaisante que celle faite dans d'autres régions, elle permet cependant, grâce aux détails avec lesquels elle a été conduite, de préciser l'écologie de certaines espèces et de poser certains problèmes plus généraux concernant la répartition des Orthoptères et ses causes.

III. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DU MASSIF DE LA VANOISE

Nous prendrons la Vanoise dans son sens le plus large, en y réunissant quelques massifs voisins, peu différents géographiquement, mais qui en augmentent la superficie de façon importante.

L'objet de la présente étude comprendra tous les massifs situés entre la Tarentaise et la Maurienne, ces vallées elles-mêmes et toutes les régions élevées allant jusqu'à la frontière, depuis le col du Petit Saint-Bernard au Nord jusqu'au Mont Thabor au Sud. Au Nord, le Beaufortin la relie au massif du Mont Blanc, au Sud, les Grandes Rousses et les Aiguilles d'Arves la relie au massif du Pelvoux et au Briançonnais.

L'étude de cette région est relativement facile et instructive; la zone forestière est beaucoup moins continue que dans le massif du Mont Blanc; les populations, moins isolées, se répartissent largement et passent ainsi souvent, sans séparation brutale, des vallées à population banale jusqu'aux peuplements caractéristiques des hautes régions.

Comme d'habitude, il sera naturel de diviser l'étude de cette région en trois parties : les populations des basses vallées, les populations montagnardes et celles de la haute montagne. Plus de cinquante relevés ont été consacrés à l'ensemble de cette région, sans compter un nombre presque égal d'observations plus rapides, sans prélèvement, pour relier les endroits les plus détaillés; c'est évidemment peu pour une surface aussi importante; ils permettent cependant de se faire une idée assez précise des caractères généraux des populations d'Orthoptères de cette région.

Mais tout d'abord, il n'est pas mauvais de présenter deux diagrammes réalisés au moyen d'une série de relevés; l'un d'eux est réalisé des deux côtés du col de l'Iseran, le long de la Maurienne au Sud et de la Tarentaise au Nord (fig. 21); l'autre sur les deux versants du col de Chavière, entre Bozel au Nord et Modane au Sud, sur un trajet approximativement méridien (fig. 22). La répartition en altitude de chaque espèce y est figurée suivant son abondance absolue par un trait plus ou moins large.

1° Maurienne et Tarentaise.

Partant d'Albertville et remontant la vallée de l'Isère par Moutiers et Bourg-Saint-Maurice, on ne rencontre pas d'Orthoptères de montagne avant une altitude de 1 000 m environ. Jusque-là, la majorité des populations est formée de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* ou de *Chorthippus longicornis*, suivant que le microclimat est plus sec ou plus humide. Le *Glyptobothrus* prédomine plutôt jusque vers Aime; dans la partie supérieure de la vallée, lorsque le mélèze remplace le hêtre dans les forêts, le *Chorthippus* devient de beaucoup le plus répandu.

A partir de Sainte-Foy-Tarentaise, les espèces montagnardes commencent à apparaître avec quelques *Stauroderus scalaris* dans les endroits ensoleillés. Vers 1 500 m, la proportion de *Chorthippus longicornis* est tombée à 15 %, et avec des espèces ubiquistes (*Stenobothrus lineatus*, *Omocestus viridulus*, *Decticus verrucivorus*) en quantité importante, les espèces montagnardes forment une grande partie de la population, plus ou moins abondantes suivant le microclimat (*Stauroderus scalaris*, *Arcyptera fusca*, *Psophus stridulus*, *Glyptobothrus apricarius*, *Metrioptera saussuriana*).

A Val d'Isère apparaissent des espèces de haute montagne : *Podisma pedestris*, *Aeropus sibiricus*; à peu de distance au-dessus, ils forment ensemble 40 % de la population, *Stauroderus scalaris* atteignant près de 50 %; mais aussitôt qu'on gravit la pente menant au col de l'Iseran, ce dernier diminue très vite. *Podisma pedestris* lui non plus ne dépasse pas 2 100 m. Une population clairsemée d'*Anonconotus alpinus* (lui-même s'arrêtant vers 2 500 m avec de rares *Omocestus*

viridulus), *Aeropus sibiricus*, et *Melanoplus frigidus* monte jusqu'au col de l'Iseran; suivant les années, au col même, on trouve encore ou non des *Aeropus* en quantité notable.

Passons maintenant du côté sud du col de l'Iseran et descendons la Maurienne. Il n'existe tout d'abord que les *Aeropus* et les *Melanoplus*; puis apparaissent quelques *Podisma pedestris* et, vers 2 300 m,

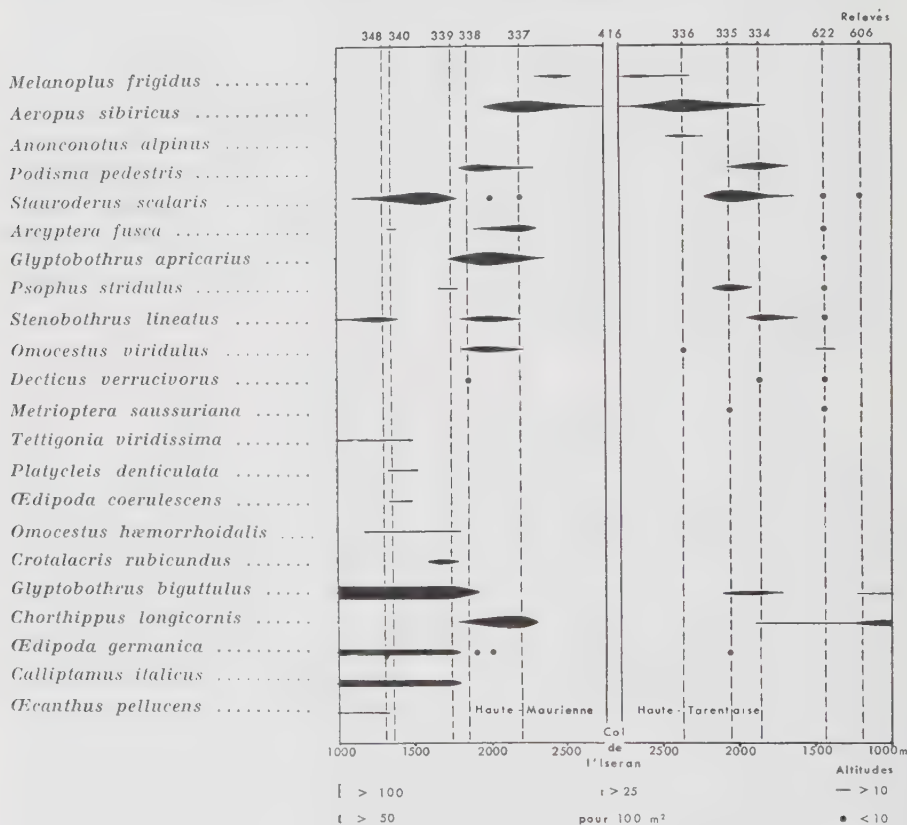


FIG. 21. — Variation de densité des différentes espèces d'Orthoptères le long de la haute Maurienne et de la haute Tarentaise. La largeur de la bande symbolise la densité de l'espèce correspondante suivant les indications données en bas du graphique, en nombre d'individus pour 100 m².

des espèces montagnardes : *Arcyptera fusca*, *Stauroderus scalaris*, *Glyptobothrus apricarius*. Mais déjà une espèce ubiquiste, *Chorthippus longicornis*, forme la moitié de la population. Au-dessus de Bonneval, vers 1 800 m, les espèces de haute montagne ont presque disparu, sauf *Podisma pedestris*; *Glyptobothrus apricarius* atteint près de 50 %; les *Chorthippus longicornis* se mélangent de quelques *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*.

Le climat de Maurienne est plus sec que celui de Tarentaise et la

répercussion de ce fait ne tarde pas à se marquer par la disparition des *Chorthippus longicornis*, entièrement remplacés presque partout par les *Glyptobothrus biguttulus*. Ce caractère est renforcé par la présence d'espèces de caractère plus méridional, que l'on rencontre plutôt dans les Alpes du Sud : *Crotalacris rubicundus*, *Omocestus hæmorrhoidalis*, *Stenobothrus nigromaculatus* en petite quantité. Vers 1 700 m disparaissent les *Podisma pedestris*, espèce de montagne que l'on peut voir coexister sur une certaine étendue avec des espèces thermophiles comme *Ædipoda germanica* et *Calliptamus italicus*, ce qui représente un phénomène peu fréquent.

Les espèces montagnardes disparaissent progressivement à mesure qu'on descend la vallée; *Stauroderus scalaris* persiste jusqu'au voisinage de Modane. Mais peu à peu, la population prend une allure banale, c'est maintenant un peuplement de plaine, mais plus riche et d'allure carrément méridionale, assez différent de la Tarentaise : *Glyptobothrus biguttulus*, très abondant, domine complètement *Chorthippus longicornis* qui n'apparaît qu'aux points les plus humides; l'opposition entre les deux versants est plus grande qu'en Tarentaise. A l'exposition nord, on a des chances de rencontrer *Chorthippus longicornis*; à l'exposition sud, parmi une végétation thermophile de garrigue à Armoise, on trouve *Calliptamus italicus*, des *Ædipoda*, *Stenobothrus lineatus*, *Æcanthus pellucens*, *Sphingonotus cærulans*, *Mantis religiosa*, *Platyteleis denticulata*. Plus loin, vers Aiguebelle, la vallée remonte vers le Nord et son orientation est S-N; l'altitude tombe peu à peu au-dessous de 300 m au confluent avec l'Isère, à Saint-Pierre d'Albigny; les populations sont là moins thermophiles, car la vallée entaille la chaîne de Belledonne, on se rapproche de la zone subalpine et le caractère de sécheresse de la Maurienne s'efface. Un mélange de *Chorthippus longicornis* et de *Glyptobothrus biguttulus* forme le fond du peuplement, à caractère banalement médio-européen.

Ce vaste parcours de vallée montre bien :

— d'une part, l'étagement des espèces, très régulier depuis la vallée la plus basse jusqu'à un col très élevé (col de l'Iseran, 2 770 m);

— d'autre part, l'opposition entre Tarentaise au Nord, plus froide, plus humide, moins riche en espèces, et Maurienne au Sud, plus chaude et plus sèche avec l'apparition en quelques points privilégiés d'espèces annonçant déjà les Alpes méridionales.

2° Les deux versants du col de Chavière.

Le col de Chavière, situé au sud du massif de la Vanoise, relie Modane à Pralognan au moyen de vallées situées approximativement N-S; il est situé à 2 800 mètres d'altitude.

Lorsqu'on remonte, en partant de Moutiers, la vallée du Doron de Bozel, les populations de plaine se mélangent très vite d'espèces de montagne qui semblent descendre facilement cette vallée humide et

encaissée. Sur le versant exposé au Sud, *Glyptobothrus biguttulus* domine, avec parfois des *Ædipoda* et même *Calliptamus*. En exposition nord, le *Chorthippus longicornis* existe et domine, mélangé d'une petite quantité d'espèces de montagne : *Podisma alpina*, *Glyptobothrus apricarius*, *Metrioptera saussuriana*.

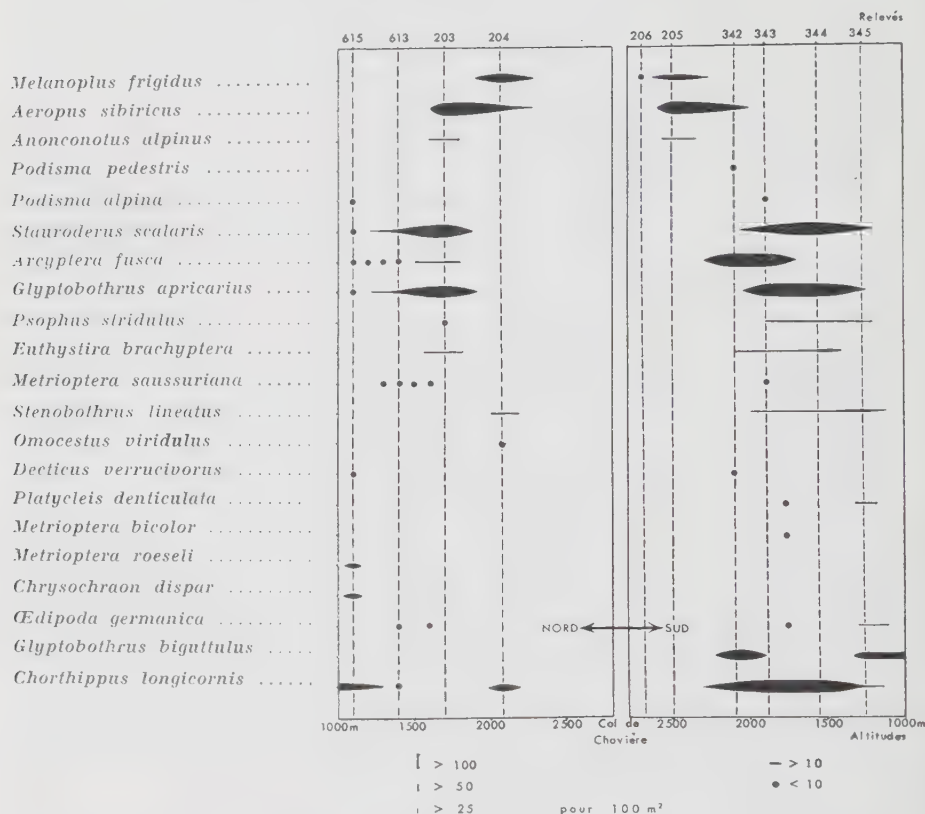


FIG. 22. — Variation de densité des différentes espèces d'Orthoptères sur les versants Nord et Sud du col de Chavière, suivant l'altitude. La largeur de la bande symbolise la densité de l'espèce correspondante suivant les indications données en bas du graphique, en nombre d'individus pour 100 m².

Puis la vallée s'enfonce vers le Sud en gorges boisées où les Orthoptères sont peu abondants. Vers 1 100 m, au Planay, la vallée s'ouvre à nouveau dans des prairies humides à *Chorthippus longicornis*; on y trouve plus de 50 % d'insectes hygrophiles, d'assez large répartition altitudinale (*Chrysochraon dispar* et *Metrioptera rœseli*). Quelques *Podisma alpina*, *Stauroderus scalaris*, *Arcyptera fusca*, *Glyptobothrus apricarius* forment le reste du peuplement.

Le *Chorthippus longicornis* disparaît presque complètement dans l'élargissement de la vallée où est bâti Pralognan; on rencontre uniquement ou presque des espèces montagnardes : *Stauroderus scalaris*,

Arcyptera fusca, *Metrioptera saussuriana* et surtout *Glyptobothrus apricarius* (50 %); on franchit vers le Sud une raide pente boisée sur du gypse formant des affleurements blancs où l'on rencontre quelques *Ædipoda*, et on tombe tout de suite dans des prairies où le peuplement est très analogue à celui de Pralognan mais dont, malgré l'altitude moyenne (1 700 m), déjà *Aeropus sibiricus* forme presque 50 %; quelques *Anonconotus alpinus* ajoutent encore au caractère de haute région que présentent déjà les populations d'Orthoptères.

A mesure que l'on s'élève, ce caractère s'accroît et, à 2 100 m, les espèces de moyenne montagne ont disparu; on trouve surtout *Aeropus sibiricus* et *Melanoplus frigidus*; chose curieuse, le *Chorthippus longicornis* qui avait pratiquement disparu depuis Pralognan se retrouve là en quantité assez importante; quelques rares spécimens d'*Omocestus viridulus* et *Stenobothrus lineatus* assez ubiquistes complètent le tableau. Vers 2 200 m, on ne trouve que quelques isolés qui disparaissent tout à fait à 2 300 m.

Quand on a franchi le col de Chavière, on se trouve sur un versant sud, mieux exposé que l'autre, et il est facile de constater que malgré la végétation très maigre — une pelouse alpine rare —, les Orthoptères y apparaissent bien plus haut que sur le versant nord. Il s'agit d'abord uniquement de *Melanoplus frigidus* dont on trouve déjà des individus isolés vers 2 700 m d'altitude; à 2 600 m, il s'y mêle des *Aeropus sibiricus*; vers 2 500 m, l'*Aeropus* domine, accompagné de *Melanoplus* et de quelques rares *Anonconotus alpinus*.

Quand on descend, la prairie devient progressivement plus fournie et tourne par place à la lande à *Vaccinium* et genévriers; graduellement, les espèces de haute montagne diminuent et s'éteignent; *Aeropus sibiricus* est celle des trois déjà citées qui descend le plus bas; il s'y mêle parfois de rares individus de *Podisma pedestris* et *Podisma alpina*; les espèces de moyenne montagne sont représentées en écrasante majorité par *Arcyptera fusca*; enfin, vers le bas de la pelouse alpine, les espèces de plaine apparaissent et sont tout de suite abondantes (50 % de la population) : il s'agit de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et de *Chorthippus longicornis*, dont les fréquences se complètent suivant la sécheresse ou l'humidité du microclimat.

Au voisinage de la limite supérieure de la forêt, vers 1 900 m, lorsque les mélèzes commencent à apparaître, la végétation prend allure beaucoup plus luxuriante et ce sont les hautes herbes de la mégaphorbiaie. Là, c'est le *Stauroderus scalaris* qui est extrêmement abondant — souvent plus de 10 au m² —, accompagné surtout d'*Arcyptera* et de *Glyptobothrus apricarius*; les espèces de haute montagne ont pratiquement disparu et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et *Chorthippus longicornis* ne se trouvent qu'en très petites quantités.

La forêt, qui s'étend de 1 400 à 1 800 m, est composée principalement d'épicéas et de feuillus secondaires (bouleau, tremble, frêne, noisetier); comme d'habitude, on n'y trouve presque rien et tous les Orthoptères se rassemblent dans les clairières où ils sont abondants.

Stauroderus scalaris et *Glyptobothrus apricarius* sont encore nombreux; l'humidité du milieu favorise les *Chorthippus longicornis* qui, à ces altitudes plus basses, commencent à former près de la moitié de la population, et aussi *Euthystira brachyptera* et plusieurs espèces de *Tetrix*; on y trouve également des espèces plutôt forestières, naturellement, comme *Psophus stridulus*, *Nemobius silvestris*.

Enfin, près de Modane, au-dessous de la forêt, vers 1 200 m d'altitude, quelques représentants des espèces précédentes (surtout *Stauroderus scalaris*) restent mêlés à une population principalement formée de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*.

Nous pouvons maintenant aborder l'étude générale des populations du massif, divisées suivant le critère le plus commode, celui de l'altitude. Au fur et à mesure, les résultats pourront être comparés entre eux et s'inséreront dans un cadre plus général.

3° Les populations des basses vallées.

D'une façon très générale, on peut considérer qu'à une altitude inférieure à 800 m, on ne trouvera que des espèces de plaine. L'altitude moyenne du massif de la Vanoise est élevée, et une faible partie seulement de sa superficie répond à cette condition; ce sont pratiquement la Maurienne et la Tarentaise et les parties basses de quelques vallées affluentes (vallée du Doron de Pralognan par exemple) qui y correspondent. La végétation en est très variable, et constituée en grande partie par des cultures.

L'influence du microclimat y est fondamentale et permet de diviser ces populations, d'allure essentiellement médio-européenne, en deux grandes classes :

1° Les populations de microclimat humide. — Elles se présentent avec netteté sur les flancs des vallées exposées au Nord, dans les parties basses, au voisinage des cours d'eau. Evidemment, il n'y a pas de règle générale, et une vallée exposée au Sud mais encaissée, bien arrosée et dont l'ensoleillement est réduit par la proximité de la forêt, présentera des populations d'allure générale hygrophile. D'une façon générale, la Tarentaise étant plus humide que la Maurienne, au moins dans sa partie basse, la zone nord de la Vanoise sera soumise plus fréquemment à ces sortes de microclimats.

L'espèce dominante, qui forme souvent la majorité de la population, est le *Chorthippus longicornis* qui donne son allure à ces peuplements; on le trouve parfois seul sur des étendues assez vastes comme les prés fauchés. Il est assez remarquable de signaler que plusieurs espèces de climat médio-européen qui possèdent des exigences hygrophiles assez voisines sont fort rares ou en tout cas très localisées, car malgré de longues recherches nous ne les avons pratiquement pas

trouvées : il s'agit des *Chorthippus albomarginatus* et *Chorthippus dorsatus*, souvent extrêmement abondants dans les plaines françaises; absent également *Euchorthippus declivus*, banal dans la France entière, qui se trouve dans les Alpes, mais plus au Sud. Les gelées nocturnes de septembre et la basse température des mois hivernaux semblent être les facteurs limitants qui expliqueraient l'absence de ces trois espèces avec le maximum de vraisemblance.

En comparaison du *Chorthippus longicornis*, les autres espèces font figure de comparses; ce sont surtout *Omocestus ventralis* et *Omocestus viridulus*, parfois *Stenobothrus lineatus* et *Chrysochaon dispar*, celui-ci localisé. Comme Ensifères, on trouve *Metrioptera ræseli*, *Decticus verrucivorus*; mais d'une façon générale, il s'agit d'une faune très pauvre en espèces quoique parfois riche en individus (*Chorthippus longicornis* surtout).

Pour en finir avec ces populations, signalons enfin que dans certaines circonstances particulières — voisinage d'une forêt humide coupée de clairières par exemple —, une certaine quantité d'individus des espèces de zones plus élevées peuvent descendre fort bas. Par exemple, dans la vallée fort encaissée du Doron de Pralognan, à Vignotan, vers 700 m d'altitude, le relevé 616 a montré les espèces suivantes :

<i>Podisma alpina</i>	2 %	descendu de régions élevées.
<i>Glyptobothrus apicarius</i>	4 %	} de la zone de moyenne altitude.
<i>Metrioptera saussuriana</i>	10 %	
<i>Phasgonura cantans</i>	2 %	
<i>Pholidoptera griseoptera</i>	20 %	très rare, ici à titre accidentel.
<i>Tetrix bipunctata</i>	2 %	
<i>Chorthippus longicornis</i>	60 %	

Cette population est assez aberrante, ce qui est confirmé par la présence abondante du *Pholidoptera griseoptera* que nous n'avons presque jamais trouvé ailleurs dans les Alpes. La situation de ce relevé, effectué dans une vallée encaissée au milieu de massifs élevés, sur une pente exposée au Nord et au voisinage d'une région boisée, explique peut-être en partie cette curieuse population.

2° *Les populations de microclimat sec.* — On les rencontre surtout dans les larges vallées, sur les coteaux bien exposés au soleil, sur les talus secs, éloignés des cours d'eau, et d'une façon générale sur les pentes sud. Elles sont plus fréquentes en Maurienne qu'en Tarentaise, le climat général de la Maurienne étant plus sec.

L'espèce de base de ces populations est le *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, fréquente dans toute la France au sein de microclimats analogues; contrairement au *Chorthippus longicornis*, il est très rare qu'on rencontre des peuplements formés uniquement de cette espèce. Elle est le plus souvent accompagnée d'Ædipodidés : *Ædipoda cærulescens* (le plus abondant), *Ædipoda germanica* (beau-

coup plus rare), *Sphingonotus cærulans* (ça et là); *Calliptamus italicus* est aussi souvent abondant; on trouve aussi *Omocestus viridulus*, *Antaxius pedestris*, *Gryllus campestris*, *Mantis religiosa*, *Æcanthus pellucens*, mais avec moins de constance.

En voici un exemple avec le relevé 530, à Saint-Julien, près de Saint-Jean-de-Maurienne, vers 650 m d'altitude dans une lande sèche au milieu de la vallée, ici très large :

<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	70 %	<i>Sphingonotus cærulans</i>	9 %
<i>Edipoda cærulescens</i>	12 %	<i>Calliptamus italicus</i>	7 %
		<i>Mantis religiosa</i>	2 %

Il existe naturellement des microclimats intermédiaires entre ces deux tendances principales; il n'est pas fréquent, toutefois, d'observer un mélange en proportions comparables de *Chorthippus longicornis* et de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*; le plus souvent, l'une d'elles domine l'autre de beaucoup — celle-ci ne formant qu'un faible pourcentage de la population — ou l'exclut même complètement. Les exigences biologiques de ces deux espèces sont trop éloignées pour que leur coexistence soit bien fréquente : leur séparation écologique, sans être parfaite, est très prononcée.

4° Les populations de moyenne altitude.

Il est commode de désigner sous ce terme les populations d'Orthoptères occupant ce que les botanistes désignent sous le terme d'étage *montagnard*, situé en gros à une altitude comprise entre 1 000 et 2 000 m. Botaniquement, il est classique que cet étage est composé principalement de forêts; mais dans les Alpes françaises, la forêt primitive ou secondaire n'occupe qu'une certaine fraction de cette surface, soit parce que le microclimat ne s'y prête pas, soit surtout à cause des déboisements effectués à fin de culture ou de pâturage.

Rappelons que dans les forêts, les populations d'Orthoptères de montagne ne présentent que peu d'intérêt; elles sont en effet d'une densité très faible — excepté parfois l'abondance de *Nemobius silvestris* — et d'une composition assez homogène, reflétant l'homogénéité même que présente le milieu vis-à-vis des Orthoptères. En effet, les conditions écologiques très spéciales d'une forêt masquent les conditions plus intéressantes d'altitude, d'humidité, de composition du sol, dont les variations rendent si instructives les populations des prairies. Quelques espèces de *Tetrix*, des *Psophus stridulus*, des *Gomphocerus rufus*, divers Ensifères s'y trouvent cependant, mais toujours clair-semés, et les populations des forêts de montagne ne diffèrent pas beaucoup de celles de la zone médio-européenne.

Ce n'est que dans les clairières, où la luminosité monte à un taux plus élevé, et dans les prairies et les zones buissonnantes que l'on trouve les populations caractéristiques de l'étage montagnard. Et l'on

peut dire, en schématisant un peu, que les populations d'Orthoptères de moyenne altitude n'ont pas de véritable individualité : entre les populations des basses vallées, formées d'espèces de plaine où descendent accidentellement des espèces d'altitude, et celles des prairies des hautes régions, très bien définies, elles forment une zone de *transition*, qui possède ses espèces propres, mais dont le grand développement est dû principalement au déboisement. Rien d'étonnant, si l'on garde cela à l'esprit, à ce que cette zone présente une individualité moins marquée que celle des deux zones extrêmes.

Voici un relevé fait au Villard, à 1 500 m d'altitude, dans une petite vallée affluente au nord de la Maurienne, près de Termignon, dans une prairie orientée à l'Est, d'humidité faible ou médiocre (relevé 646).

<i>Stauroderus scalaris</i>	40 %	} Espèces de moyenne montagne.
<i>Arcyptera fusca</i>	9 %	
<i>Psophus stridulus</i>	2 %	
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	1 %	
<i>Euthystira brachyptera</i>	12 %	
<i>Crotalacris rubicundus</i>	9 %	Espèce de moyenne montagne méridionale.
<i>Stenobothrus lineatus</i>	9 %	} Espèces ± ubiquistes.
<i>Decticus verrucivorus</i>	4 %	
<i>Platycleis denticulata</i>	4 %	
<i>Omocestus hæmorrhoidalis</i>	2 %	
<i>Tetrix depressa</i>	1 %	
<i>Chorthippus longicornis</i>	2 %	} Espèces ubiquistes abondantes dans les basses régions.
<i>Glyptobothrus biguttulus</i> - <i>bicolor-mollis</i>	5 %	

Ce relevé a l'intérêt de présenter réunies les principales espèces caractéristiques des zones de moyenne altitude; elles forment environ les deux tiers de la population. Il s'y mêle *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et *Chorthippus longicornis*, montés de la vallée, plusieurs espèces ubiquistes, un *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis* et un *Tetrix*. Les conditions n'étant pas très tranchées, toutes les espèces de la zone montagnarde s'y présentent ensemble, ce qui n'est pas fréquent.

D'habitude (et c'est le cas pour ce relevé), c'est le *Stauroderus scalaris* qui domine; beaucoup de relevés de cette zone le contiennent en grand nombre, et nous l'avons trouvé sur les deux versants du col de Chavière, en Maurienne et en Tarentaise; ses exigences ne sont pas bien grandes et il suffit que l'endroit soit ensoleillé une partie de la journée pour qu'il pullule. *Arcyptera fusca* a des exigences voisines, se rencontre souvent avec *Stauroderus scalaris*, mais il est généralement moins abondant; lorsqu'on le trouve en abondance, le maximum de sa densité est situé à une altitude nettement plus élevée que celui de *Stauroderus scalaris*, ainsi que cela apparaît sur les graphiques des figures 21 et 22; c'est pratiquement la seule différence écologique évidente entre les deux espèces.

Psophus stridulus, nous l'avons déjà constaté à plusieurs reprises, est une espèce de clairière, de lisière de forêt, qu'on rencontre sporadiquement dans les prairies et les zones buissonnantes; c'est là sa caractéristique essentielle. *Euthystira brachyptera* est, en principe, plus fréquent dans les zones humides, légèrement buissonnantes; son abondance dans ce relevé est un peu anormale, mais son exigence écologique assez hygrophile n'est pas discutable. *Crotalacris rubicundus*, dans le massif de la Vanoise, ne se trouve qu'en Maurienne et aux alentours, par petits groupes isolés; c'est incontestablement une espèce des Alpes du Sud, qui arrive ici à la limite septentrionale de son aire de répartition.

Enfin, *Glyptobothrus apricarius* pose une série de problèmes qui ne peuvent être résolus que dans un cadre plus vaste; il ne se trouve que fort peu dans le massif du Mont Blanc, mais il est très abondant en Vanoise et on peut même dire que sa présence extrêmement fréquente dans les relevés de la zone montagnarde, souvent en très forte proportion, constitue l'une des caractéristiques de cette région. Cette espèce, incommodée certainement par la trop grande humidité et la trop grande chaleur, trouve en Vanoise une de ses terres d'élection, et il n'est pas rare, dans certains relevés, de la voir remplacer presque toutes les espèces caractéristiques de la zone montagnarde. C'est ce que l'on constate par exemple, au flanc sud de la Maurienne, au voisinage de la route conduisant au Mont-Cenis où, vers 1 600 m, le *Glyptobothrus apricarius* forme 70 % de la population totale (relevé 341). La raison pour laquelle cette espèce, considérée généralement comme assez rare, arrive ici à remplacer presque entièrement les autres espèces montagnardes est difficile à préciser. Signalons que dans ce relevé 341, le *Chorthippus longicornis* forme 16 % de la population totale, et qu'on n'y trouve pas *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, ce qui semble montrer que le microclimat est plutôt humide à cet endroit; en tout cas, on constate qu'un nuage y est souvent localisé; et d'ailleurs, presque toujours, le *Glyptobothrus apricarius* est lié au *Chorthippus longicornis*, presque jamais au *Glyptobothrus biguttulus*, ce qui semblerait prouver que ses préférences vont vers l'humidité, au moins dans cette région.

Metrioptera saussuriana est aussi une espèce de cette zone; elle y est fréquente, mais jamais en proportions importantes dans les relevés (10 % au grand maximum, bien moins le plus souvent). Cet Ensifère est assez abondant dans le massif du Mont Blanc et les massifs voisins, pratiquement absent au sud de la Vanoise : on ne le trouve pas en Oisans, ni dans les régions plus méridionales. Il est déjà fort rare en Maurienne, et il semble bien que la ligne de crêtes principales E-W de la Vanoise soit pratiquement sa limite sud. Cette espèce est plutôt hygrophile, mais cette préférence n'est pas absolue.

La population de cette zone intermédiaire comprend encore une foule d'espèces qui jouent généralement le rôle de comparses; espèces médio-européennes banales qui montent parfois de la plaine sur le

flanc des montagnes : *Decticus verrucivorus*, *Metrioptera ræseli*, *Metrioptera bicolor*, *Tettigonia viridissima*, *Tettigonia cantans*, *Platypleis denticulata*, *Omocestus viridulus*, *Omocestus hamorrhoidalis*, *Stenobothrus lineatus*, etc. Au hasard des microclimats ou d'une année favorable à la ponte d'une espèce, la densité de celle-ci devient parfois très forte sur une aire de petite dimension : le relevé 346 à la Villette, sur le flanc sud de la Maurienne, montre une proportion de 56 % de *Stenobothrus lineatus*, ce qui est tout à fait inhabituel.

Enfin, le plus souvent, les populations de cette zone montagnarde se mélangent progressivement aux basses altitudes avec les deux espèces classiques de plaine *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* qui, parfois — surtout la première —, peuvent monter très haut. De même, aux altitudes élevées, on voit apparaître progressivement ou, à la faveur d'un microclimat localisé, de façon brusque, les espèces des hautes régions qui arrivent à remplacer peu à peu toutes les autres. En raison du caractère peu boisé de ce massif, on rencontre de vastes étendues de prairies continues, depuis les basses vallées jusqu'aux pelouses de l'étage alpin, et il est fréquent dans ces cas-là de trouver ensemble, à une altitude moyenne, un mélange d'espèces appartenant à toutes les régions; évidemment, il est rare de rencontrer ensemble des *Podisma* et des *Ædipoda*, mais ce n'est pas absolument exclu.

5° Les populations des hautes régions.

C'est à partir d'une altitude de 2 000 m environ que l'on rencontre des Orthoptères spécifiques des hautes régions, correspondant à peu près aux étages subalpin et alpin des botanistes et situées au-dessus des forêts. La végétation comprend soit les broussailles du *Rhodoreto-vaccinietum*, soit une pelouse alpine plus ou moins riche, plus ou moins rase; à mesure que l'on s'élève, le tapis végétal devient discontinu et n'est plus composé, aux altitudes élevées — 2 600 m à peu près —, que de touffes isolées.

Les populations d'Orthoptères de ces régions sont plus homogènes et plus faciles à analyser que celles des zones d'altitude moyenne.

Voici le relevé 208, effectué vers 2 200 m, au NE de Pralognan, non loin du col de la Vanoise, dans un *Rhodoreto-vaccinietum* exposé au NW.

<i>Aeropus sibiricus</i>	65 %	} Espèces de hautes régions.
<i>Podisma pedestris</i>	5 %	
<i>Podisma alpina</i>	7 %	
<i>Euthystira brachyptera</i>	5 %	} Espèces d'altitude moyenne.
<i>Metrioptera saussuriana</i>	3 %	
<i>Omocestus viridulus</i>	5 %	± ubiquiste.
<i>Chorthippus longicornis</i>	10 %	Espèce de plaine humide.

Ce relevé est bien caractéristique de ces sortes de milieux; lorsqu'on est assez haut, ce qui est le cas, la majorité de la population est composée d'*Aeropus sibiricus* qui ne descend guère au-dessous de 1 800 m où l'on peut parfois rencontrer des exemplaires isolés ou même, dans une vallée froide et encaissée (Les Prioux, relevé 203), de petites populations; mais cette espèce reste quand même toujours confinée aux régions élevées. *Podisma pedestris* et *Podisma alpina* ne sont jamais très abondants en Vanoise; ils sont fréquents, mais bien moins répandus qu'en d'autres massifs (*Podisma alpina* dans le Chablais, *Podisma pedestris* dans les Alpes du Sud à partir de l'Oisans); on les trouve dans les buissons du *Rhodoreto-vaccinietum*, comme ici, plus rarement sur les pelouses alpines.

Euthystira brachyptera et *Metrioptera saussuriana*, espèces des régions d'altitude moyenne, peuvent remonter assez haut, comme c'est le cas pour ce relevé; ils indiquent un microclimat assez humide. *Omocestus viridulus* peut se trouver à des altitudes extrêmement variées, monter très haut, et nous en voyons ici un exemple; c'est une espèce à préférences hygrophiles. Enfin, nous prenons ici une fois de plus *Chorthippus longicornis* à une altitude très élevée pour un insecte de plaine; nous savons déjà qu'il peut se trouver à des altitudes très élevées, dépassant même parfois les espèces purement montagnardes dans le massif du Mont Blanc, par exemple; et sa présence dans un microclimat d'altitude assez humide n'a rien qui puisse ici nous surprendre.

Un élément intéressant qui peut monter jusqu'aux environs de 2 000 m est le *Myrmeleotettix maculatus*, fort rare en Vanoise et qui n'existe probablement que dans sa partie sud, en haute Maurienne; il se rencontre plus fréquemment dans les régions plus méridionales des Alpes et il doit atteindre en Maurienne sa limite nord. On le trouve en proportions importantes, dans un *Rhodoreto-vaccinietum* très dégradé, au col du Mont-Cenis, avec *Aeropus sibiricus*, vers 2 000 m (relevé 347).

Au-dessus se trouve l'étage alpin des botanistes, ou plus exactement la prairie alpine qui peut d'ailleurs supplanter le *Rhodoreto-vaccinietum*, si le terrain ne se prête pas à celui-ci. Dans ces hautes régions, la faune est uniforme; entre 2 100 et 2 500 m sur les versants exposés au Nord, entre 2 200 et 2 600 m sur les versants exposés au Sud, on ne trouve guère que :

<i>Aeropus sibiricus</i>	90 %
<i>Melanoplus frigidus</i>	10 %

Le taux de ces deux espèces ne varie que peu autour de ces proportions; ceci a été rencontré en bien des points, par exemple : col des Evettes, 2 600 m (relevé 2); lac de la Partie, au sud de la Grande Motte, 2 400 m (relevé 209); route du col de l'Iseran, 2 350 m (relevé 336); col du Petit Saint-Bernard, 2 100 m (relevé 603); etc.

Il ne s'ajoute à ces deux espèces que de très rares individus isolés d'*Omocestus viridulus* que l'on trouve encore dans ce faciès des

hautes régions; et lorsque les pentes sont exposées au Sud, une faible proportion d'*Anonconotus alpinus* (0 à 10 %); cette dernière est peu fréquente au nord du massif de la Vanoise, un peu plus dans la Vanoise elle-même et commence à être abondante à partir du massif de l'Oisans; dans les Alpes du Sud, c'est un élément important de la faune des hautes régions.

Evidemment, qu'il s'agisse du *Rhodoreto-vaccinietum* ou de la prairie alpine, lorsqu'on descend dans leurs régions inférieures, on voit se mélanger à cette faune caractéristique, et la remplacer peu à peu, toutes les espèces des régions de moyenne altitude, et il est rare que la séparation entre ces deux zones soit bien tranchée; on ne l'observe guère que grâce à des combinaisons de microclimats assez rares et à l'isolement dans le sens vertical, par exemple au moyen de barres de rocher de forte pente, d'éboulis ou de moraines peu colonisées par la végétation. On assiste d'habitude à un remplacement graduel des espèces d'une zone par celles de l'autre.

Quelle est l'espèce qui monte en Vanoise à l'altitude la plus élevée ? C'est parfois l'*Aeropus sibiricus* dont on trouve par exemple, certaines années seulement, des individus isolés au col de l'Iseran, à près de 2 800 m. Toutefois, dans le cas général, lorsqu'on peut observer l'étagement des espèces jusqu'à la limite supérieure des populations d'Orthoptères, on constate que lorsqu'on s'en rapproche entre 2 600 et 2 700 m, la proportion de *Melanoplus frigidus* augmente rapidement par rapport à celle d'*Aeropus sibiricus*, ce qui est dû au fait que sa densité baisse moins vite; et au-dessus de la limite d'*Aeropus*, on trouve encore des individus isolés de *Melanoplus*. Il est donc raisonnable de penser que la comparaison entre les deux espèces — plus efficace que l'examen brut d'altitudes atteintes par des individus des deux espèces, pouvant dépendre de facteurs individuels et de microclimats isolés — permet d'affirmer que le *Melanoplus frigidus* est, en Vanoise, l'espèce qui supporte le mieux les altitudes élevées.

Conclusion.

La Vanoise, au sens large du terme, telle que nous l'avons comprise, est un massif intéressant à plus d'un titre pour l'étude des populations d'Orthoptères.

Cette région est entaillée de vallées par où pénètre la faune de plaine, ses zones de moyenne altitude sont très étendues, et l'existence de sommets élevés permet le développement d'une intéressante et abondante faune d'altitude élevée. Le sol est varié, favorisant des formations végétales de toutes sortes (*Rhodoreto-vaccinietum* sur schistes cristallins acides, végétation pauvre sur gypse, pelouses diverses, forêts, cultures de basses régions, etc.). Les microclimats sont également variés, et nous rappellerons les différences sensibles que l'on constate entre la Tarentaise et la Maurienne. Enfin, les

forêts ne sont pas étendues, de sorte qu'on peut étudier en bien des points l'étagement progressif sans coupure des populations d'Orthoptères, depuis les basses vallées jusqu'à leur limite supérieure.

Ces populations sont celles d'un massif *élevé*, caractérisé par la présence de nombreuses espèces de moyenne altitude, suivant la variété du microclinal, et de quelques espèces de hautes régions. Un autre caractère de ce massif est d'appartenir à la zone alpine *interne*, où la pluviosité est un peu moindre en général que dans les zones externes : on peut constater par exemple que l'espèce *Euthysira brachyptera* y est moins fréquente à altitude moyenne que dans les massifs externes des Bauges et de la Grande-Chartreuse, situés à la même altitude, et où elle est très abondante.

Le dernier caractère, et le plus intéressant, du massif de la Vanoise est d'être une zone de *transition*, limite plus ou moins nette de répartition pour plusieurs espèces importantes :

1° *Metrioptera saussuriana* est abondant au nord de la Vanoise et dans ce massif jusqu'à la crête qui surplombe la Maurienne; on ne le retrouve en Oisans que rarement, dans des microclimats plutôt humides; il est en tout cas fort rare : c'est en Vanoise que passe sa limite sud de grande abondance relative, mais non sa limite sud absolue.

2° *Crotalacris rubicundus* semble bien atteindre en Maurienne sa limite nord *absolue*; nous ne l'avons pas trouvé plus au Nord, quoique son absence ne soit pas prouvée de façon certaine; mais, s'il existe, tout indique qu'il y est certainement rarissime.

3° *Myrmeleotettix maculatus*, commun au sud de la Vanoise et dans les massifs plus méridionaux, peut se trouver au nord, mais uniquement à titre tout à fait accidentel.

4° *Anonconotus alpinus* est une espèce peu fréquente en Vanoise et plus au Nord, abondante au contraire dans les Alpes du Sud à partir de l'Oisans. C'est entre Vanoise et Oisans que passe la limite au nord de laquelle elle est rare, au sud de laquelle elle est commune.

5° *Glyptobothrus apricarius* se comporte d'une façon analogue, mais la Vanoise fait partie de l'aire où cette espèce est commune; elle n'est qu'accidentelle plus au Nord.

6° Enfin, en Vanoise, *Podisma alpina* et *Podisma pedestris* se rencontrent avec des fréquences voisines; plus au Nord et à l'Ouest, *Podisma alpina* domine nettement *Podisma pedestris*; plus au Sud au contraire, *Podisma pedestris* devient prépondérant en Oisans et existe seul dans les massifs encore plus méridionaux.

Toutes ces remarques montrent que la distinction classique, assez bien valable au point de vue botanique entre Alpes du Nord et Alpes du Sud, séparées au voisinage du col du Lautaret, l'est beaucoup moins au point de vue des populations d'Orthoptères. Si la fréquence de beaucoup d'espèces subit un net gradient de croissance ou de décroissance quand on passe du Nord au Sud, la Maurienne forme un îlot que l'on peut qualifier de préméridional au milieu des Alpes du Nord;

et la crête des sommets principaux de la Vanoise serait dans la zone interne des Alpes une limite que l'on pourrait considérer comme tout aussi valable. En tout cas, il est vain de chercher une séparation bien tranchée dans ce domaine entre deux parties des Alpes définies arbitrairement.

IV. — *LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES ENTRE MAURIENNE ET ROMANCHE*

Il a paru bon de rassembler dans un seul chapitre l'étude des populations d'Orthoptères de toute la vaste zone qui s'étend entre les massifs du Pelvoux et de la Vanoise. Elle est limitée au Nord par la Maurienne, au Sud par la Vallée de la Romanche puis la crête du Mont Thabor jusqu'à la frontière italienne; ces deux lignes se rejoignent à peu près vers Modane; la région du Mont-Cenis qui fait suite à l'Est se rattache assez naturellement à la Vanoise. Vers l'Ouest, le sillon alpin où coulent l'Isère et le Drac la sépare des régions subalpines de la Grande Chartreuse et du Vercors; on y rattachera aussi le petit massif cristallin du Taillefer, bien que situé au sud de la Romanche, car c'est un prolongement naturel de la chaîne de Belledonne.

Ce vaste ensemble comporte des massifs élevés qui sont d'Ouest en Est : la chaîne de Belledonne et le Taillefer, la chaîne des Grandes-Rousses et la chaîne des Aiguilles d'Arves. Belledonne atteint juste 3 000 m d'altitude, mais Grandes-Rousses et Aiguilles d'Arves culminent à 3 500 m. Ces montagnes forment ainsi un large triangle dont la crête E-W ne s'abaisse pas au-dessous de 2 000 m.

L'humidité diminue d'Ouest en Est et, au col du Lautaret, on passe dans la région briançonnaise que l'on peut déjà considérer comme appartenant aux Alpes du Sud par son climat plus sec; la transition est cependant ici beaucoup moins brusque que dans la zone la plus externe des Alpes où le contraste entre les deux versants du col de la Croix-Haute est tout à fait frappant.

Il n'y a pas de profondes vallées séparant réellement cette vaste région en plusieurs ensembles, et il est donc assez naturel de l'étudier comme un tout. Malgré l'existence de microclimats locaux qui contribuent toujours à masquer les phénomènes d'ensemble, on peut constater cependant, dans la répartition de certaines espèces, une hétérogénéité très nette. Celle-ci, au contraire de la zone subalpine du Nord par exemple, est très peu marquée dans le sens N-S. Par contre, en raison des différences climatiques et principalement d'humidité, quelle que soit la façon dont on les exprime numériquement, cette hétérogénéité est beaucoup plus nette dans le sens E-W ou plus exactement NW-SE, correspondant au rayon de l'arc alpin.

Tous ces massifs, à l'heure actuelle, sont peu boisés, en raison de leur altitude moyenne élevée, du défrichement et du pâturage, et enfin

de la forte proportion de terrains impropres à la forêt; c'est surtout autour de la chaîne de Belledonne et au voisinage de la Maurienne que l'on trouve les zones les plus boisées. Ces circonstances favorisent les Orthoptères dont les populations peuvent se développer sur de vastes étendues continues de prairies, des vallées jusqu'à la limite supérieure de la végétation.

1° Les populations des basses vallées.

Dans cet ensemble de massifs, les régions d'altitude inférieure à 1 000 m couvrent une très faible surface. C'est le cas de la Maurienne qui la limite au Nord, et de ses petites vallées affluentes; elle a déjà été étudiée en détail avec la Vanoise, et nous n'y reviendrons pas. Rappelons seulement que l'on y trouve comme base de la population le *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et que le *Chorthippus longicornis* ne s'y rencontre que sur de faibles surfaces particulièrement froides et humides; ceci est également vrai dans les vallées affluentes jusque vers 1 300 m d'altitude en moyenne, limite à laquelle *Chorthippus longicornis* remplace le *Glyptobothrus*, surtout aux orientations Nord et Ouest; on y trouve aussi par places *Chorthippus dorsatus*, surtout dans les endroits humides quoique bien exposés.

La vallée de la Romanche possède une altitude moyenne plus élevée et on y rencontre vite en grand nombre des espèces montagnardes, surtout *Stauroderus scalaris*; ce n'est guère que sa partie basse, à partir du barrage du Chambon, qui peut être classée dans cette rubrique. Souvent très étroite, elle est humide car plus occidentale et à proximité des chaînes de Belledonne et des Grandes-Rousses; toutefois, la plus grande partie de sa surface, bien ensoleillée quand elle est exposée au Sud, abrite aussi des faunes à base de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et même d'*Euchorthippus declivus*, espèce qui dans les Alpes préfère les régions méridionales; le cortège habituel de *Calliptamus italicus*, *Ædipoda cærulescens* et *germanica*, et autres espèces thermophiles s'y rencontre aussi fréquemment, montant bien plus haut que dans le Nord de cette région.

Dans les zones moins ensoleillées, plus humides, plus froides, qui existent dans la basse vallée de la Romanche, les populations sont plutôt formées de *Chorthippus longicornis* et même parfois de *Chorthippus dorsatus*; on y trouve fréquemment associé *Metrioptera ræseli* qui affectionne l'humidité. Ainsi, à Bourg-d'Oisans, dans une prairie humide au fond de la vallée, le relevé 644 a montré :

<i>Euthystira brachyptera</i>	1 %	<i>Stenobothrus lineatus</i>	1 %
<i>Metrioptera ræseli</i>	2 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	26 %
<i>Mecostethus grossus</i>	1 %	<i>Chorthippus dorsatus</i>	69 %

Dans les vallées qui entaillent la chaîne de Belledonne et dans celles qui la séparent des Grandes-Rousses, *Chorthippus longicornis* est

abondant et fréquent, bien qu'on y rencontre aussi souvent *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, et monte plus haut que ce dernier; ainsi se manifeste déjà la proximité des chaînes subalpines.

Certains Orthoptères de la zone montagnarde ne craignent pas de s'aventurer assez bas dans les vallées. Nous avons déjà pu constater la présence d'*Euthystira brachyptera* dans le relevé 644 déjà mentionné, et qui a été fait à 700 m d'altitude. Cette espèce descend fréquemment, pourvu qu'elle trouve un microclimat humide qui lui convienne; nous la voyons d'ailleurs descendre encore plus bas dans la région sub-alpine. *Stauroderus scalaris*, espèce robuste, peut aussi descendre vers 700 m comme à la Rivoire, près de Bourg-d'Oisans, où on en trouve environ 16 % mélangé à une population surtout composée de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* sur une prairie assez sèche, mais orientée au Nord; il faut probablement voir la raison de sa présence dans cette conjugaison de facteurs. Ce sont les deux principales espèces qui descendent assez bas et, on le voit, dans des conditions bien différentes.

On constate ainsi déjà, dans les populations de faible altitude, un gradient W-E très net dans le rapport général de la fréquence de *Chorthippus longicornis* à celle de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, qui traduit parfaitement le gradient W-E des conditions climatiques; c'est là le principal enseignement que nous donne l'étude de ces populations qui sont pourtant d'habitude les moins intéressantes.

2° Les populations de moyenne altitude.

En raison du grand développement des prairies dans l'étage montagnard, ces populations peuvent s'étager de façon très continue; elles sont souvent denses et riches en espèces.

La plus fréquente de ces espèces est le *Stauroderus scalaris*, qui n'est pas très exigeant et forme souvent 50 % de la population, parfois plus; on l'a déjà vu descendre à 700 m; dans l'étage qui nous occupe, cette espèce est très largement répartie et se développe au maximum sur les flancs exposés au Sud. Sa répartition appelle toutefois quelques précisions; c'est dans la partie occidentale de cette région qu'elle semble descendre le plus bas; dans la partie orientale qu'elle peut monter le plus haut. Dans la chaîne de Belledonne, le développement plus important de zones boisées de l'étage montagnard la restreint, alors que rien ne s'y oppose ailleurs. Il n'en est pas moins vrai qu'elle semble manquer sur des étendues assez vastes, plus humides ou exposées au Nord à altitude plus élevée; les prairies à hautes herbes de ce secteur ne lui sont peut-être pas favorables, car les relevés faits dans ces conditions y montrent souvent son absence; cependant, dans d'autres régions, des biotopes de ce genre en renferment souvent de grandes quantités, et le facteur qui y empêche sa prolifération reste ainsi énigmatique. Quoi qu'il en soit, la répar-

tition altitudinale de cette espèce est en règle générale soumise, dans l'ensemble de cette zone, à un gradient W-E, ce qui confirme les idées déjà émises à propos de ce gradient et met en évidence son influence sur le caractère écologique cité.

Arcyptera fusca est une autre espèce importante de cet étage; mais elle n'est jamais aussi abondante; son optimum de répartition altitudinale est situé nettement au-dessus de celui de *Stauroderus scalaris* et elle ne descend jamais aussi bas. Elle est répartie à peu près également sur l'ensemble du territoire considéré et monte généralement plus haut sur les versants sud.

Euthystira brachyptera, *Metrioptera saussuriana* ont tendance à se faire rares, surtout la seconde espèce qui ne se trouve qu'en quelques points isolés; leurs représentants se raréfient à mesure qu'on avance vers le SE, sauf exceptions locales dues à la présence d'un microclimat particulièrement favorable, de caractère plus humide et plus froid où ils peuvent trouver refuge. En tout cas, au SE du col du Lautaret, leur présence devient exceptionnelle. *Euthystira brachyptera* existe encore çà et là en certains points isolés; *Metrioptera saussuriana* disparaît complètement et est remplacé par *Metrioptera brachyptera*, plus thermophile semble-t-il.

Psophus stridulus affectionne le voisinage et les clairières des forêts; il se trouve dans les parties boisées, au nord de la région et dans le massif de Belledonne. Une autre espèce intéressante est le *Myrmeleo-tettix maculatus*, qui se trouve en plaine, mais qui existe parfois en populations isolées, très éloignées les unes des autres et très peu fréquentes; il n'est pas rare sur de petites crêtes d'altitude moyenne, sur des régions très froides et éventées, mais aussi sur des biotopes plus chauds; ses exigences restent bien difficiles à préciser. Enfin, *Tettigonia cantans* remplace à peu près *Tettigonia viridissima* à partir de 1 500 m d'altitude dans les arbustes, les buissons, les hautes herbes; mais les deux espèces peuvent coexister.

Enfin, *Glyptobothrus apricarius* est une espèce très importante qui se trouve presque partout dans cette région où elle semble très à l'aise, comme en Vanoise; sa répartition est uniforme, géographiquement parlant, dans ces massifs qui se trouvent au centre de l'aire occupée par cette espèce dans les Alpes; on peut toutefois constater qu'à mesure qu'on se dirige vers le SE, sa répartition altitudinale est décalée vers le haut.

Une autre espèce présente une curieuse et intéressante localisation : il s'agit du *Stenobothrus nigromaculatus* qui fait ici son apparition la plus septentrionale dans les Alpes, sur toute la bordure sud de cette région : dans les montagnes qui forment la rive droite de la Romanche, toujours à une altitude élevée, aux environs de 1 800 m, depuis l'Alpe d'Huez jusqu'au Lautaret, en passant par le plateau d'Emparis et les pentes dominant la Grave vers le Nord. Cette espèce devient banale dans la vallée de la Guisane, de l'autre côté du Lautaret.

Plusieurs espèces de plaine montent largement dans cette zone

altitudinale. Des *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis* n'y sont pas rares aux endroits chauds et secs. *Stenobothrus lineatus* y fait souvent d'importantes apparitions entre 1 500 et 2 000 m, alors que plus bas il est rarement aussi abondant. Des Orthoptères comme *Calliptamus italicus*, des *Ædipoda*, espèces d'affinité méridionale, peuvent pulluler même à 1 500 m d'altitude sur des pentes arides exposées en plein Sud; ceci n'a rien d'étonnant, mais montre que dans ces montagnes, surtout au SE de la zone envisagée, on peut rencontrer des microclimats pour lesquels on pourrait presque parler de méridionaux.

Il est intéressant d'examiner comment se comportent dans cette région les deux espèces prépondérantes de la zone de basse altitude : *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et *Chorthippus longicornis*. On constate une différence frappante dans leur répartition altitudinale : *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, plutôt thermophile, peut se trouver en grandes quantités jusque vers 1 800 m et former une importante portion des populations, pourvu naturellement qu'on examine des microclimats convenables; sa répartition est pratiquement continue. Au contraire, *Chorthippus longicornis*, plutôt hygrophile, ne monte guère au-dessus de 1 200 m d'altitude, mais réapparaît en nombre au-dessus de 2 000 m, laissant ainsi une lacune importante dans sa répartition altitudinale. L'ensemble de cette région semble ainsi déjà posséder des affinités méridionales favorisant les espèces thermophiles; mais le *Chorthippus longicornis*, qui ne trouve que rarement dans ces massifs de bonnes conditions d'existence à des altitudes moyennes, les trouve à une altitude élevée, résistant mieux au froid que *Glyptobothrus*, et dans les parties basses des vallées, toutes situées au Nord et à l'Ouest, donc plus humides, ce qui s'accorde avec son caractère d'espèce hygrophile. Il semble donc bien que si *Chorthippus longicornis* se trouve dans deux habitats séparés, c'est en fait parce qu'il y rencontre deux circonstances favorables, mais bien différentes.

Des deux autres espèces importantes rencontrées dans les basses vallées, l'une, *Chorthippus dorsatus*, peut s'élever largement dans la zone montagnarde — à Saint-Sorlin-d'Arves, par exemple, dans des circonstances où l'on s'attendrait à trouver *Chorthippus longicornis* (prairie très humide), mais où il n'existe pas. L'autre, *Euchorthippus declivus*, n'a pas été trouvée au-dessus de 1 000 m; c'est une espèce qui, en fait, peut monter beaucoup plus haut, mais seulement dans des massifs bien plus méridionaux.

Signalons enfin que, des espèces des hautes régions, *Anonconotus alpinus* est la seule qui descende en nombre au-dessous de 2 000 m; on y trouve parfois aussi *Podisma pedestris* mais de façon beaucoup plus sporadique.

L'étude des espèces de l'étage montagnard nous confirme donc l'existence d'un gradient pluviothermique W-E qui agit sur la fréquence de certaines espèces d'une part, et la répartition en altitude de certaines autres d'autre part.

3° Les populations de l'étage alpin.

Ce n'est guère qu'à partir de 2 000 m d'altitude que l'on commence à rencontrer des espèces d'Orthoptères de haute montagne sur les pelouses alpines, abondantes dans toute cette région — exception faite toutefois d'*Anonconotus alpinus*, déjà cité dans l'étage montagnard et qui descend jusque vers 1 600 m, et de *Podisma pedestris* dont les captures basses sont d'ailleurs exceptionnelles. En fait, les relevés absolument typiques de l'étage alpin ne se rencontrent à l'état pur qu'encore plus haut, vers 2 400 m d'altitude.

Le caractère principal de l'étage alpin de cette région est d'être exceptionnellement *riche*; on y trouve en effet les sept espèces qui s'élèvent le plus haut dans les Alpes françaises et sont propres à la haute montagne. Vers l'Ouest, dans le massif de Belledonne, les populations d'altitude sont généralement très clairsemées, avec des densités générales souvent inférieures à 0,1 individu par m²; dans l'Est, vers le Galibier, les densités sont supérieures, mais toujours faibles en haute altitude.

Anonconotus alpinus se trouve un peu partout dans cette région souvent en abondance, descend bas et monte haut; on le trouve jusqu'à 2 500 m, mais toujours clairsemé à ces altitudes élevées; la Vanoise, surtout méridionale, était déjà une région où cette espèce existait en quantité, alors que plus au Nord elle est rare; cette tendance ne fait ici que s'accroître.

Aeropus sibiricus est aussi partout, mais ne descend pas au-dessous de 2 000 m et n'est à l'aise que plus haut; mais en haute altitude, toute la région lui convient, et cette espèce ne fait jamais défaut dans une population vivant sur la prairie alpine.

Cette région est pratiquement la seule où se trouvent réunies les quatre espèces de *Podisma* des Alpes françaises — ce genre étant ici pris au sens large —, et ceci est dû manifestement à son caractère de région de transition. *Podisma alpina* est en effet ici à la limite sud de son aire de répartition dans les Alpes et s'y trouve en petites quantités, mais très largement répandu, de Belledonne au Mont Thabor. La région, plus méridionale, de caractère plus chaud, repousse cette espèce aux altitudes élevées et on ne la trouve pas ou fort peu au-dessous de 2 000 m, alors que dans les régions plus septentrionales, on la trouve parfois autour de 1 000 m; le fait qu'il n'y ait aucune différence, à ce point de vue, entre l'Ouest et l'Est de cette région indique qu'il s'agit là d'une question de température bien plus que d'humidité; il est ainsi très satisfaisant de pouvoir préciser le facteur principal dans l'écologie d'une espèce, simplement par l'étude de sa répartition.

Podisma pedestris est la seule espèce de *Podisma* des Alpes méridionales; il n'est pas très abondant, sans être rare, dans toute cette région; il lui arrive de descendre dans les vallées, au-dessous de

2 000 m; il manque dans certains relevés où l'on s'attendrait à le trouver, sans que l'on puisse en préciser la raison; de plus, il ne monte pas bien haut et ne dépasse guère 2 200 m.

C'est le contraire pour *Melanoplus frigidus* — anciennement classé parmi les *Podisma* — qui est franchement une espèce de très haute montagne. Ne descendant jamais au-dessous de 2 000 m, il n'est vraiment très abondant qu'au-dessus de 2 200 m — abondance d'ailleurs toute relative, puisqu'on a déjà vu que les populations de haute altitude étaient très clairsemées. C'est évidemment une espèce toujours rare, puisqu'elle ne supporte pas de descendre et qu'en montagne élevée les conditions d'habitabilité du sol par les Orthoptères sont toujours aléatoires. Le bon développement des pelouses alpines de cette région y rend cependant cette espèce assez fréquente, surtout dans l'Est du massif; elle est en effet caractéristique de la zone interne des Alpes.

Le dernier représentant de ce grand genre est une rareté : *Cophopodisma pedemontana*, espèce piémontaise qui n'était connue jusqu'ici en France que sur une aire de répartition de quelques dizaines de kilomètres carrés, à l'est de Briançon; en fait, on la retrouve plus au Nord, dans la partie orientale de la région étudiée ici. Cet animal, complètement aptère, se trouve dans les mêmes conditions que *Melanoplus frigidus*, c'est-à-dire à des altitudes très élevées, entre 2 200 et 2 500 m. Ces deux dernières espèces présentent donc aussi une répartition commandée par la longitude, existant à l'Est et non à l'Ouest, ce caractère encore plus marqué pour la seconde que pour la première.

Une dernière espèce de haute montagne présente dans cette région est l'*Aeropedellus variegatus*, petite espèce à ailes courtes, faisant partie du grand groupe des *Gomphocerus*; elle est aussi très rare mais existe au voisinage du col du Galibier, à des altitudes très élevées — 2 500 m environ. CHOPARD la signale de La Grave, mais ce n'est certainement qu'une indication approchée, car ce village est lui-même à une altitude trop faible pour abriter l'espèce à son voisinage immédiat; dans ce cas, elle confirme nos captures. Il n'en a été d'ailleurs rencontré que des individus isolés, en des endroits où les Orthoptères étaient très clairsemés; c'est une espèce de la zone interne des Alpes méridionales qui arrive ici à la limite nord de son aire de répartition.

Bien des espèces montagnardes peuvent remonter dans cette zone jusque vers 2 200 m, si elles rencontrent des circonstances favorables — surtout vers l'Est de la région : *Stauroderus scalaris*, *Arcyptera fusca*, *Glyptobothrus apricarius*; mais cela n'a rien d'étonnant et il est plus intéressant de constater que certaines espèces ubiquistes peuvent remonter, mélangées à celles de haute montagne, jusqu'à l'extrême limite où la vie est possible pour les Orthoptères. Il s'agit d'abord du *Chorthippus longicornis*, déjà mentionné, qui démontre une fois de plus qu'il peut s'accommoder d'altitudes extrêmes et aussi de l'*Omocestus viridulus* qui se montre ici l'égal des espèces alpines, allant jusqu'à les dépasser en abondance sur leur propre terrain, alors

que dans cette région on ne le trouve que rarement aux basses altitudes.

L'exemple du relevé 636, pris d'ailleurs parmi plusieurs autres presque identiques, illustrera bien ces phénomènes; il a été prélevé sur les pentes nord du col du Galibier, à 2 450 m d'altitude, dans une prairie humide composée de plantes alpines.

<i>Aeropus sibiricus</i>	21 %	<i>Anonconotus alpinus</i>	10 %
<i>Melanoplus frigidus</i>	17 %	<i>Omocestus viridulus</i>	43 %
<i>Cophopodisma pedemontana</i> ...	7 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	2 %

L'étude des populations de haute altitude révèle ici quantité de faits intéressants, confirmant l'influence de la longitude sur la répartition de plusieurs espèces et mettant en évidence le caractère de transition qui est un des faits essentiels de cette région.

Conclusion.

On disposait, dans cette région, d'un nombre suffisant de relevés pour tracer des diagrammes de répartition altitudinale des espèces suivant deux lignes : l'une approximativement W-E, le long de la vallée de la Romanche jusqu'au col du Galibier; l'autre approximativement N-S, de Saint-Michel-de-Maurienne jusqu'au col du Galibier. L'étude de ces diagrammes est fructueuse et permet de fixer les idées sur certaines remarques faites précédemment (fig. 23).

Le principal caractère de cette région est de former une transition, plus graduelle que dans les chaînes subalpines, entre les Alpes du Nord et les Alpes du Sud. Elle appartient encore sans conteste aux Alpes du Nord, mais sa région SE présente déjà bien des caractères méridionaux; ces caractères climatiques se traduisent par la pénétration de certaines espèces qui, venant du Sud, ont franchi certains cols — col du Lautaret, col du Galibier, col des Rochilles — et se sont maintenues sur des territoires où elles rencontraient des conditions favorables. C'est certainement le cas de *Cophopodisma pedemontana* et *Aeropedellus variegatus*, probablement de *Metrioptera brachyptera*.

Ce caractère de région de transition amène une autre conséquence : la richesse de la faune d'Orthoptères qui est la plus grande des Alpes du Nord; si dans les basses vallées l'absence d'espèces vraiment méridionales, trop éloignées de leur centre de dispersion, se fait sentir, toutes les espèces médio-européennes sont là; la plupart des espèces montagnardes, hygrophiles ou xérophiles, trouvent des microclimats qui leur conviennent; et nous avons déjà signalé la présence de toutes les espèces d'habitat franchement alpin.

Un seul exemple : le genre *Metrioptera*, sur 8 espèces françaises en contient 4 que l'on trouve dans les Alpes, 2 dans les Pyrénées, 2 dans la zone du littoral méditerranéen au sens large. Or, les 4 espèces qui existent dans la région alpine se rencontrent dans ce secteur, entre

Isère, Romanche et Arc : *Metrioptera brachyptera* au voisinage du Lautaret; *Metrioptera saussuriana* surtout vers le Nord et l'Ouest, dans les chaînes de Belledonne et des Grandes-Rousses; *Metrioptera bicolor* un peu partout dans les vallées, au-dessous de 1500 m; et *Metrioptera rœseli* dans les biotopes humides.

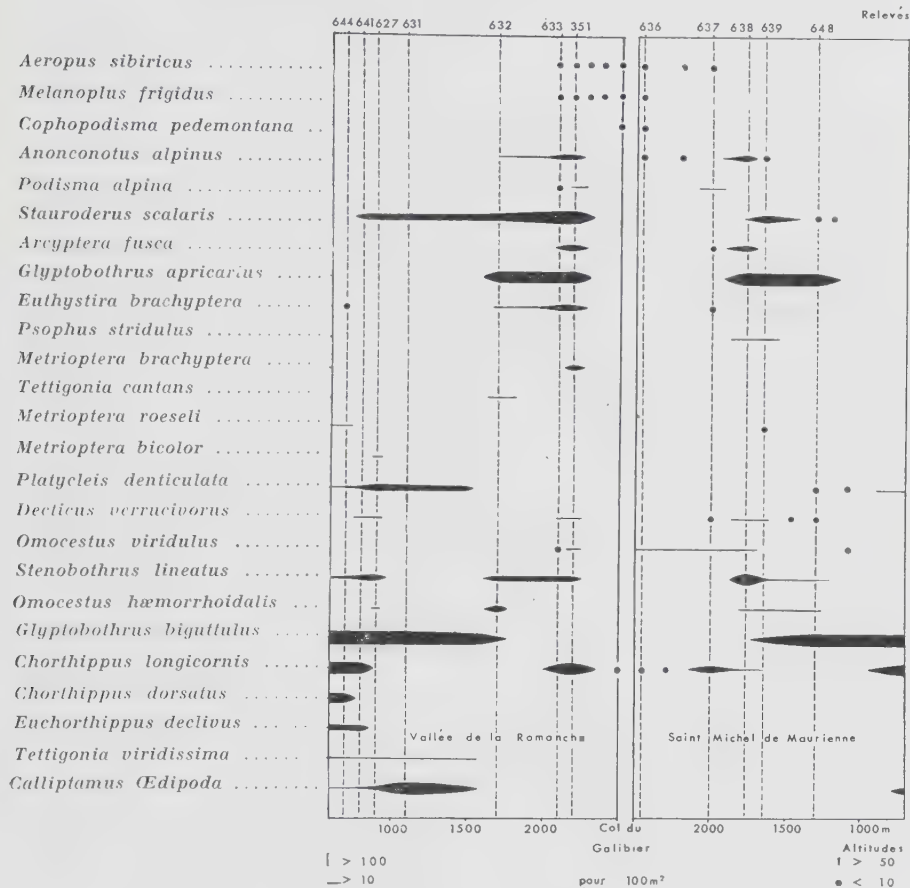


FIG. 23. — Variation de densité des différentes espèces d'Orthoptères sur les deux versants du col du Galibier, vers Saint-Michel-de-Maurienne au Nord, le long de la vallée de la Romanche au Sud. La largeur de la bande symbolise la densité de l'espèce correspondante suivant les indications données en bas du graphique, en nombre d'individus pour 100 m².

Un autre caractère important de cette région, sur lequel nous avons déjà insisté, est, malgré une homogénéité relative dans son ensemble, de présenter d'Ouest en Est une nette diminution de l'humidité — qu'on la symbolise par les précipitations durant toute l'année ou durant l'été seulement, ou par n'importe quelle autre représentation. Ceci se traduit évidemment par une répercussion sur la faune, et ceci de deux façons différentes : soit brutalement par la fréquence plus

ou moins grande de certaines espèces, allant jusqu'à la présence ou l'absence; soit de façon plus subtile par une répartition altitudinale différente de certaines autres.

Le premier cas se présente de façon typique à propos des deux espèces de base médio-européennes : *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, le rapport de la fréquence du premier par rapport au second augmentant quand on se déplace d'Est en Ouest. Et, de façon encore plus prononcée, rappelons que *Metrioptera saussuriana* ne se trouve guère que dans le NW de cette région, *Cophopodisma pedemontana* et *Aeropedellus variegatus* uniquement dans le SE.

Le second cas est très nettement celui de *Stauroderus scalaris* et *Glyptobothrus apricarius* : à mesure qu'on se déplace de l'Ouest vers l'Est, la répartition altitudinale de ces deux espèces monte tout entière. Pour *Euthystira brachyptera*, c'est seulement la limite inférieure qui monte; on n'a rien pu constater de net pour limite supérieure. Enfin, le diagramme construit le long de la Romanche fait apparaître une anomalie qu'il est aisé d'expliquer; les espèces d'affinité méridionale (*Calliptamus italicus*, *Ædipoda cærulescens*, *Æcanthus pellucens*) sont plus abondantes entre 1 000 et 1 500 m puisque, la vallée étant orientée E-W, le décalage de sa partie haute vers l'Est compense pendant un certain temps son augmentation d'altitude.

Enfin, l'étude de cette région a permis de préciser quelques-uns des facteurs écologiques qui règlent la répartition de certaines espèces; on a pu ainsi mettre en évidence le rôle de la température pour *Stenobothrus nigromaculatus*, élucider en partie le cas de la répartition discontinue de *Chorthippus longicornis* en altitude; mais des problèmes restent posés, par exemple à propos de la pénétration d'*Omocestus viridulus* dans les hautes régions, de *Chorthippus dorsatus* dans la zone montagnarde, qui ne pourront être résolus que dans un cadre plus vaste. En tout cas, la contribution de la région entre Maurienne et Romanche aux questions posées par l'écologie des Orthoptères est très importante et en fait une des plus intéressantes des Alpes françaises.

V. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DU CHAMPSAUR ET DU DÉVOLUY

On réunira dans ce chapitre de petites régions dont l'appartenance aux Alpes du Nord n'est pas douteuse; ce pays comprend pratiquement la région la plus méridionale de l'Isère et se limite par conséquent, au Sud, aux crêtes qui séparent ce département de la Drôme et des Hautes-Alpes. Vers l'Ouest, il bute contre le Vercors et vers le NE s'appuie sur le grand massif de l'Oisans. Au Nord, on peut rattacher plutôt le Taillefer aux Grandes-Rousses dont il est le prolonge-

ment naturel. Champsaur et Dévoluy sont donc axés sur la vallée du Drac et comportent les chaînes voisines, couvertures sédimentaires occidentales du massif du Pelvoux.

Toute cette région est assez humide, ce qui la sépare nettement des régions plus méridionales dont le climat est déjà bien différent et le sol généralement plus calcaire. Les sommets principaux atteignent à peu près 2 800 m, par exemple à l'Obiou.

1° Les populations des basses vallées.

Les régions basses forment une grande partie du pays, toute la vallée du Drac et le cours inférieur de ses affluents; cependant, l'altitude y descend peu au-dessous de 1 000 m.

Les populations d'Orthoptères y sont très banales, surtout formées de *Chorthippus longicornis* qui, ici encore, composent le fond de la population. En certains microclimats plus secs, moins fréquents, on y trouve *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, accompagné d'*Omocestus* du groupe *haemorrhoidalis*. Parfois, *Euchorthippus declivus* s'y trouve en quantités assez importantes. *Ephippiger ephippiger* se rencontre en masse, mais assez localisé.

Enfin, comme il s'agit de vallées d'altitude moyenne assez élevée, des espèces purement montagnardes y descendent souvent; nous allons maintenant examiner ces dernières.

2° Les populations de moyenne altitude.

Une bonne partie de l'étage montagnard de cette région est occupée par des forêts; mais beaucoup ont été défrichées depuis longtemps, et les zones de prairies ou les clairières y sont assez vastes pour abriter une faune d'Orthoptères abondante.

On y rencontre très souvent *Stauroderus scalaris* qui descend d'ailleurs fréquemment dans les basses vallées, et *Arcyptera fusca*. *Euthystira brachyptera* est abondant dans les endroits humides, surtout élevés, et *Psophus stridulus* fréquente le voisinage des forêts et les clairières. *Glyptobothrus apriciarius* se rencontre souvent en abondance. Enfin, *Metrioptera saussuriana*, espèce plutôt septentrionale, ne se montre plus ici; il est remplacé par *Metrioptera bicolor* et *Metrioptera brachyptera*. Une mention particulière est à réserver au *Stenobothrus nigromaculatus*, abondant à l'Obiou.

Un bon exemple de cette faune peut être donné par le relevé 704, effectué au col des Prés-Salés, près de la Salette, vers 1 550 m d'altitude, dans une prairie assez humide :

<i>Stauroderus scalaris</i>	18 %	<i>Omocestus viridulus</i>	7 %
<i>Arcyptera fusca</i>	8 %	<i>Metrioptera bicolor</i>	2 %
<i>Euthystira brachyptera</i>	7 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	1 %
<i>Glyptobothrus apriciarius</i>	35 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	22 %

Omocestus viridulus est fréquent dans ces relevés et peut même monter très haut.

Evidemment, les populations montagnardes se mélangent plus ou moins d'espèces de plaine ubiquistes, surtout *Chorthippus longicornis*; nous avons déjà rencontré de nombreux exemples de ce phénomène; cette espèce est une de celles qui résistent le mieux à l'altitude sans en faire son domicile exclusif.

3° Les populations de l'étage alpin.

Elles appartiennent à deux types principaux, bien différents. Dans des prairies de haute altitude assez humides, sur des sommets qui ne culminent pas à plus de 2 300 m par exemple, on peut fort bien ne pas trouver du tout d'espèces de haute montagne, et c'est une faune montagnarde appauvrie qui monte sans transition jusqu'à ces altitudes élevées, principalement à base de *Chorthippus longicornis* et *Euthystira brachyptera* (au-dessus de Notre-Dame de la Salette, par exemple).

Dans des régions plus sèches, sur calcaire, à l'Obiou par exemple, on rencontre une véritable faune d'altitude formée surtout d'*Aeropus sibiricus* avec *Podisma pedestris*, qui peuvent descendre jusqu'à la limite supérieure des forêts, vers 1 600 m, en petite quantité au milieu d'espèces montagnardes.

Voici l'exemple du relevé 720, à la crête du col des Faïsses, à près de 2 000 m d'altitude, sur le flanc de l'Obiou :

<i>Aeropus sibiricus</i>	40 %
<i>Podisma pedestris</i>	5 %
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	55 %

Myrmeleotettix maculatus est surtout abondant au voisinage des crêtes éventées, dans les zones froides. *Omocestus viridulus* peut aussi monter en abondance très haut; au-dessus de ce relevé 720, vers 2 100 m, dans un vallon plus abrité, il formait jusqu'à 34 % de la population; mais ce fait n'est pas rare. *Chorthippus longicornis* ne se rencontre pas fréquemment dans les populations purement alpines de ce genre, et seulement en très petites quantités.

Conclusion.

Champsaur et Dévoluy, par leurs populations d'Orthoptères, rappellent beaucoup celles de l'Oisans. Géographiquement, ce sont toutefois des régions bien différentes et on ne peut pas les y rattacher, pas plus qu'à celle du Vercors. Le problème était de savoir si l'on pouvait purement et simplement l'inclure dans l'une des deux, au

point de vue de ses populations d'Orthoptères. En fait, il semble qu'une rapide étude séparée de cette région de transition soit nécessaire, pour les raisons suivantes :

— Les espèces et l'allure générale des populations sont les mêmes que dans le massif du Pelvoux; les faunes de haute région en particulier sont identiques, à *Aeropus sibiricus* et *Podisma pedestris*, et sans *Melanoplus frigidus* ni *Podisma alpina* que du moins nous n'avons pas rencontrés. De même, *Myrmeleotettix maculatus* est fréquent en Oisans à haute altitude.

— La présence, presque partout, de *Chorthippus longicornis* est au contraire un caractère de la zone subalpine du Nord, indiquant une humidité plus prononcée que dans le massif du Pelvoux.

— *Euthystira brachyptera* se rencontre bien plus souvent qu'en Oisans, confirmant ce caractère d'humidité, comme en Vercors; mais la grande fréquence de *Glyptobothrus apricarius*, rare dans la zone subalpine, rappelle exactement le Pelvoux.

En conclusion, cette région sans originalité est une région de transition, à faune assez riche, entre le Vercors et le Pelvoux; de transition donc entre la zone subalpine et les régions plus internes des Alpes. Toutefois, cette faune est, de façon *absolument nette*, une faune des Alpes *septentrionales* et la transition sera très brusque; une fois franchies les crêtes qui limitent au Sud le Dévoluy, c'est la montagne d'Aurouze, le plateau de Bure et la vallée du Buech; et de façon extrêmement démonstrative, on trouve là des populations d'Orthoptères d'allure déjà très méridionale.

VI. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DU MASSIF DU PELVOUX

Cette région est géographiquement bien définie et présente une nette originalité. Il s'agit des massifs cristallins situés entre la Romanche au Nord, la Durance à l'Est et le Drac à l'Ouest; on en séparera d'une part les montagnes sédimentaires qui entourent la vallée du Drac et qui font l'objet du chapitre précédent, d'autre part la partie méridionale de cette couverture sédimentaire, située au nord de la Durance, et que son climat rattache sans erreur possible aux régions de caractère déjà presque méditerranéen de l'Ubaye et de l'Embrunais.

Il faut en effet remarquer que la limite généralement assignée aux Alpes du Nord passe précisément dans ce massif, entre le col Bayard et le col du Lautaret. Son altitude élevée masque à peu près complètement cette limite qui s'estompe parmi les hauts sommets; cepen-

dant, les vallées qui entaillent le Pelvoux au Sud ont des caractères climatiques et botaniques très méditerranéens, alors que la vallée de la Romanche et ses affluents appartiennent encore nettement aux Alpes septentrionales.

L'altitude moyenne du massif, qui culmine à la Barre des Ecrins, au-dessus de 4 000 m, est élevée. De profondes vallées y pénètrent et sont à peu près les seules régions où vivent les Orthoptères. Les zones boisées sont rares et permettent un développement assez continu du peuplement sur une différence d'altitude importante, pourvu, naturellement, que le tapis végétal le permette.

1° Les populations des basses vallées.

Lorsqu'on aborde le massif du Pelvoux par une des profondes vallées qui l'entaillent ou le bordent, on rencontre d'abord des populations d'Orthoptères d'allure spécifiquement médio-européenne, formées d'espèces ubiquistes à travers la France entière.

Les espèces les plus fréquentes y sont *Chorthippus longicornis*, le complexe *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et *Stenobothrus lineatus*, qui forment la plus grosse masse des populations. Il s'y ajoute d'autres espèces également intéressantes, mais beaucoup plus rares ou plus localisées : *Platycleis denticulata*, *Tettigonia viridissima*, *Decticus verrucivorus*, *Ephippiger ephippiger* pour les Ensifères, *Omocestus haemorrhoidalis*, *Omocestus viridulus*, *Myrmeleotettix maculatus* pour les Locustodés. Enfin, il s'y ajoute, dans certains microclimats à tendances chaudes et sèches, d'autres espèces d'affinités méridionales plus ou moins marquées : *Ædipoda cœrulescens*, *Ædipoda germanica*, *Sphingonotus cœrulans*, *Ædaleus decorus*, *Caliptamus italicus*.

Au voisinage du Pelvoux, le climat appartient déjà nettement aux Alpes du Sud et possède de nettes affinités méridionales, surtout vers l'est du massif. Il n'est donc pas surprenant que la plupart de ces populations de basse altitude soient principalement à base de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et que le *Chorthippus longicornis*, si abondant et si fréquent dans les Alpes du Nord, ne s'y trouve qu'en petite quantité et seulement dans des microclimats plutôt humides.

Voici un exemple de relevé de telle sorte : les Vigneaux, sur la bordure SE du massif (relevé 118), à 1 300 m, sur une faible pente orientée vers le Sud et formée d'éboulis calcaires, couverte de plantes des montagnes méridionales telles que *Lavandula spica*, *Hippophae rhamnoides*, *Echinops ritro*, *Phleum alpinum*, *Cirsium spinosissimum*, *Nepeta nepetella*, *Stipa calamagrostis*, *Catananche cœrulæa*, *Plantago cynops* :

<i>Glyptobothrus biguttulus - bicolor-mollis</i>	63 %	} Espèces ubiquistes.
<i>Stenobothrus lineatus</i>	4 %	
<i>Stauroderus scalaris</i>	3 %	} Espèces montagnardes en faible quantité.
<i>Psophus stridulus</i>	1 %	
<i>Ædipoda germanica</i>	1 %	} Espèces ± méridionales et en tout cas de biotopes chauds et secs.
<i>Ædipoda cærulescens</i>	8 %	
<i>Edaleus decorus</i>	1 %	
<i>Sphingonotus cærulans</i>	1 %	
<i>Calliptamus italicus</i>	10 %	
<i>Antaxius pedestris</i>	1 %	
<i>Ephippiger ephippiger</i>	1 %	
<i>Platycleis denticulata</i>	6 %	

Ici, pas du tout de *Chorthippus longicornis*; l'humidité n'est pas suffisante pour qu'il puisse prospérer suffisamment.

Quand on descend de quelques kilomètres vers l'Est, dans la vallée de la Durance, les espèces montagnardes disparaissent complètement et l'allure générale des populations garde son caractère.

On pourrait multiplier les relevés présentant la même allure, surtout dans les vallées du Sud du massif; les *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* en forment toujours la majeure partie, accompagnés d'espèces thermophiles (*Ædipodinae*, *Calliptamus italicus*, etc.), et ceci jusque vers 1 000 à 1 200 m environ.

Mais voici un relevé bien différent (relevé 113), fait à l'est du col de la Pousterle, à une altitude exceptionnellement forte pour ce genre de populations (1 800 m), sur un terrain très humide, coupé de petits ruisselets. La végétation est une clairière dans le mélézain, avec *Molinia cærulea*, *Glyceria aquatica*, *Briza media*, nombreux *Carex* et *Scirpus*, *Nardus stricta*, *Parnassia palustris*, *Rhinanthus crista-galli*:

<i>Glyptobothrus biguttulus - bicolor-mollis</i>	2 %	} Espèces ubiquistes.
<i>Chorthippus longicornis</i>	76 %	
<i>Mecostethus grossus</i>	15,5 %	
<i>Decticus verrucivorus</i>	2 %	} Espèces montagnardes en faible quantité.
<i>Metrioptera brachyptera</i>	0,5 %	
<i>Omocestus hæmorrhoidalis</i>	2 %	
<i>Stauroderus scalaris</i>	1,5 %	
<i>Tettigonia cantans</i>	1,5 %	

Si le *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* existe encore, c'est le *Chorthippus longicornis* qui forme la majorité du relevé, appuyé du *Mecostethus grossus* qui n'apparaît que dans les microclimats très humides. Malgré l'altitude très élevée, l'humidité enlève presque tout caractère franchement montagnard à la population. De tels relevés sont bien plus rares que le précédent et surtout bien plus localisés. Il est à noter que le *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et le *Chorthippus longicornis* s'excluent presque obligatoirement dans le massif du Pelvoux, et les relevés les comptant tous deux en proportions voisines sont très peu fréquents.

Malgré des recherches actives, nous n'avons pas trouvé, au voisinage du massif du Pelvoux, les autres espèces si communes en plaine telles que *Chorthippus albomarginatus*, *Chorthippus dorsatus*, *Euchorthippus pulvinatus*, etc., qui forment souvent le fond des populations de plaine, et l'impression générale qui en résulte est celle d'une faune assez pauvre. On trouve ces espèces plus à l'Ouest, vers Bourg-d'Oisans, et dans les régions subalpines voisines comme le Vercors.

2° Les populations de moyenne altitude.

On les rencontre généralement à une altitude intermédiaire entre 1 000 et 2 000 m, mais ceci n'est évidemment qu'une indication, car les circonstances locales ont une grande influence sur la répartition — vallée encaissée, exposition au soleil par exemple —, et il est également nécessaire de tenir compte de toutes les exigences de chaque espèce, qui peuvent contredire sa répartition générale (par exemple, présence d'*Arcyptera fusca* en plaine, près de Périgueux, GRASSÉ, 1929).

Les espèces caractéristiques y sont essentiellement *Stauroderus scalaris* et *Arcyptera fusca*, la première de beaucoup la plus fréquente. Moins communs sont *Psophus stridulus*, *Glyptobothrus apricarius*, *Metrioptera brachyptera* et *Euthystira brachyptera*, disposés semble-t-il dans l'ordre croissant de préférence pour l'humidité. Le dernier atteint à peu près dans la partie NW du massif la limite SE de sa zone de répartition. *Omocestus hæmorrhoidalis*, *Myrmeleotettix maculatus* semblent préférer cette zone dans le massif du Pelvoux, bien que ce soient des espèces ubiquistes qui se trouvent en plaine, et on les rencontre peu fréquemment à des altitudes inférieures à 1 000 m, ce qui est assez curieux mais peut-être en rapport avec leur tendance à la recherche des lieux secs et chauds.

Bon nombre d'espèces de la zone inférieure s'élèvent jusqu'à celle des hautes régions — espèces médio-européennes banales dont nous avons parlé plus haut; les espèces des microclimats chauds et secs cèdent les premières; mais d'autres s'élèvent très haut, et c'est le cas de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, *Stenobothrus lineatus*, et surtout *Chorthippus longicornis* qui monte facilement dans les microclimats humides. Toutefois, elles s'y trouvent en plus faibles proportions que dans les basses régions et ne forment le fond de la population que dans des cas exceptionnels, très rarement rencontrés dans le Pelvoux, sauf au col de la Pousterle, déjà cité, et au Lautaret qui est à la limite du massif.

Au point de vue de la végétation, cette zone serait celle des forêts si le Pelvoux n'était pas aussi profondément défriché; de plus, les vallées souvent très encaissées s'opposaient à la conservation d'une végétation arborescente très importante; aussi manque-t-il cette sépa-

ration nette que l'on constate par exemple dans la vallée de Chamonix, entre la population du fond de la vallée et celle des hautes régions; une transition insensible les relie. Mais il ne faut pas oublier de mentionner que bien souvent cette transition n'est pas naturelle et qu'autrefois des forêts séparaient les deux zones; cela peut expliquer diverses anomalies de répartition.

Enfin, dans la partie supérieure de la zone montagnarde descendent des espèces des hautes régions, en petite quantité, que nous examinerons plus loin.

Voici un relevé particulièrement caractéristique de cette zone, la présentant pour ainsi dire à l'état pur (relevé 407), fait à la Bérarde, vers 1 700 m d'altitude, dans une prairie naturelle de faible pente SW, sur sol granitique, couvert principalement par *Avena elatior*, *Rhinanthus crista-galli*, *Anemone alpina*, *Geranium silvaticum*, *Laserpitium latifolium*, *Centaurea montana*, etc.

<i>Stauroderus scalaris</i>	82,5 %	<i>Omocestus hæmorrhoidalis</i>	4 %
<i>Decticus verrucivorus</i>	7 %	<i>Glyptobothrus biguttulus</i> - <i>bicolor-mollis</i>	0,5 %
<i>Tettigonia viridissima</i>	0,5 %	<i>Ædipoda germanica</i>	0,5 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	5 %		

Le fond de la population est composé de *Stauroderus scalaris*, avec une densité proche de 20 au m²; le reste est composé d'espèces de plaine, dont certaines vont encore plus haut; en remontant vers le fond de la vallée vers le Sud, de moins d'un kilomètre, on voit déjà apparaître les espèces des hautes régions. Sur presque toute la longueur de la vallée du Vénéon, les relevés s'organisent autour de cette moyenne, s'augmentant parfois suivant le microclimat — et peut-être aussi des accidents locaux de population — soit en espèces de plaine, soit en espèces des hautes régions, ou remplaçant en tout ou en partie *Stauroderus scalaris* par *Arcyptera fusca* ou *Glyptobothrus apricarius*.

En voici un exemple : aux Chalets de la Raya (relevé 410), à 1 500 m d'altitude, sur une prairie de sol granitique, assez humide, de légère pente ouest (avec *Festuca ovina*, *Trifolium repens*, *Avena elatior*, *Trifolium pratense*, *Agrostis* et *Carex* divers) on trouve :

<i>Stauroderus scalaris</i>	28 %	<i>Tettigonia cantans</i>	2 %
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	44 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	3 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	2 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	18 %
<i>Omocestus hæmorrhoidalis</i>	2 %	<i>Ædipoda germanica</i>	1 %

L'humidité relative a produit le remplacement total des *Glyptobothrus biguttulus* par *Chorthippus longicornis*. C'est le cas de toute cette petite vallée de la Lavey, humide et orientée au Nord, perpendiculairement à la vallée du Vénéon, et où les Orthoptères ne montent que jusque vers 1 800 m d'altitude.

Il n'est pas fréquent de voir ainsi des relevés composés pour près

de 80 % d'espèces montagnardes; dans beaucoup de cas, des pénétrations plus ou moins importantes d'espèces ubiquistes d'une part, et d'espèces des hautes régions d'autre part, donnent aux populations une allure plus mélangée. Ce mélange n'est d'ailleurs pas réalisé suivant une ligne continue, et, au hasard des microclimats, certaines espèces de hautes altitudes peuvent se retrouver assez bas en îlots isolés.

3° Les populations des hautes régions.

Ce sont les plus intéressantes et les plus caractéristiques; on peut dire d'une façon générale que dans le massif du Pelvoux, les populations situées au-dessus de 2 000 m présentent des caractères des hautes régions. Dans les relevés, les espèces spéciales à ces altitudes s'y mélangent d'autant plus à des espèces montagnardes et ubiquistes qu'on descend plus bas.

Les espèces caractéristiques des hautes régions du Pelvoux sont en petit nombre : *Aeropus sibiricus* et *Podisma pedestris*. *Podisma alpina* et *Melanoplus frigidus* ne se rencontrent que fort peu dans le massif du Pelvoux; ils n'ont été observés que sur l'extrême bordure NE, au col du Lautaret, et sur la ligne de crête bordant la vallée de la Guisane au SW, au col de l'Eychauda et à Serre-Chevalier; le premier se trouve à de plus faibles altitudes que le second et il n'en a été trouvé que deux individus isolés. En l'absence de *Melanoplus frigidus*, l'espèce qui monte le plus haut est *Aeropus sibiricus*, *Podisma pedestris* ne s'élevant pas aussi facilement.

En dehors de ces espèces caractéristiques, d'autres peuvent s'élever et atteindre les hautes régions. Ce sont d'abord les ubiquistes *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et *Chorthippus longicornis*, qui se mélangent parfois aux précédentes en plus ou moins grandes quantités. Le *Decticus verrucivorus* peut aussi faire des apparitions en masse, assez étroitement localisées. *Myrmeleotettix maculatus* se trouve parfois à haute altitude, en proportions très importantes, sans que les raisons de cette présence apparaissent très nettement.

Enfin, il faut réserver une attention particulière au *Crotalacris rubicundus*, espèce des montagnes du midi, que nous avons rencontré en abondance dans les mêmes conditions que le *Melanoplus frigidus*, sur les crêtes NE de la bordure du massif. Il est intéressant de citer le relevé 661, prélevé au sommet de Serre-Chevalier, à près de 2 500 m d'altitude, sur une pelouse alpine assez sèche à *Nardus stricta*, *Festuca*, *Carex curvula* :

<i>Aeropus sibiricus</i>	26 %	<i>Anonconotus alpinus</i>	14 %
<i>Melanoplus frigidus</i>	7 %	<i>Crotalacris rubicundus</i>	34 %
<i>Podisma pedestris</i>	14 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	5 %

Aeropus se trouvait partout au voisinage du sommet, les *Melanoplus* et *Podisma* surtout sur le versant nord; les trois dernières espèces surtout sur le versant sud.

Voici quelques exemples qui illustrent la répartition des Orthoptères des hautes régions, et au premier rang la vallée des Etançons. C'est une vallée disposée, en descendant du Nord au Sud, dans des terrains granitiques. Sa zone nord, au-dessus de 2 000 m, est couverte d'une abondante pelouse alpine à *Carex sempervirens*, *Festuca violacea*, *Deschampsia flexuosa* et *Phleum alpinum*, avec de très nombreuses autres espèces. Les espèces arbustives d'une altitude un peu inférieure : *Rhododendron ferrugineum*, *Juniperus nana*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, s'y trouvent aussi mais assez clairsemées, et d'autant plus que l'on s'élève en altitude. Sur toute cette surface, on trouve exclusivement *Aeropus sibiricus* et *Podisma pedestris*, en proportions variables.

Vers 2 500 m d'altitude, on ne trouve plus que de très rares *Aeropus* isolés. *Podisma pedestris* fait son apparition vers 2 400 m, en proportion de 2 %; au refuge du Châtelleret (relevé 401), à 2 250 m, il forme 5 % de la population; 2 km plus au Sud, vers 2 000 m d'altitude, sa proportion, peu à peu croissante, a atteint 30 %. C'est vers 2 000 m que le tapis végétal devient franchement un *Rhodoretovaccinietum* typique, quoiqu'un peu dégradé, et que les espèces d'Orthoptères des régions inférieures commencent à apparaître. Le relevé 402, vers 1 900 m d'altitude, à 1 km au nord de la Bérarde environ, a donné les proportions suivantes :

<i>Aeropus sibiricus</i>	24 %	} Espèces de hautes régions.
<i>Podisma pedestris</i>	13 %	
<i>Stauroderus scalaris</i>	29 %	Espèce montagnarde.
<i>Decticus verrucivorus</i>	26 %	
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	2 %	
<i>Glyptothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	6 %	favorisé par l'encaissement de la vallée et son exposition S.

On passe ensuite insensiblement à des relevés de la zone montagnarde, où les proportions des espèces des hautes régions tendent peu à peu vers zéro. *Aeropus sibiricus* disparaissant le premier, *Podisma pedestris* descendant la vallée du Vénéon presque jusqu'à Saint-Christophe-en-Oisans.

Dans la haute vallée du Vénéon, d'orientation générale NW-SE, on trouve une répartition absolument identique, à de petits détails près : abondance en certains points, près de la Bérarde, de *Myrmeleotettix maculatus* (formant jusqu'à 34 % du relevé 406); abondance de *Decticus verrucivorus* près du refuge du Carrelet où il est seul en dehors de *Aeropus* et *Podisma*. Les proportions de ces deux dernières espèces sont les mêmes : *Podisma pedestris* forme 4 % de

l'ensemble au refuge Temple-Ecrins (2 400 m), 24 % au ravin de Cloute-Favier, vers 2 100 m, et plus de 40 % au Plan du Carrelet, vers 1 900 m. Les espèces montagnardes (*Stauroderus scalaris*, etc.) font leur apparition vers 1 800 m.

Dans le NE du massif, à l'Alpe du Villar-d'Arène, à 2 000 m (relevé 415), sur une prairie calcaire et granitique mélangée, d'une humidité moyenne, on a trouvé les proportions suivantes :

<i>Podisma pedestris</i>	42 %
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	39 %
<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	19 %

semblant montrer que même à des altitudes élevées, le *Myrmeleotettix* peut trouver des microclimats où il semble fort à l'aise; c'est là un cas fréquent pour cette espèce; mais il est toujours assez étroitement localisé.

En somme, les populations des hautes régions nous apparaissent, ce qui est bien normal, comme pauvres en espèces (comparer relevés 401 et 118), et ceci d'autant plus qu'on s'élève, malgré la répartition aberrante de certaines espèces de plaine ou de moyenne montagne.

Conclusion.

Il semble à l'heure actuelle que les populations d'Orthoptères du massif du Pelvoux soient bien connues, tout au moins quant à leur composition.

Il faut y souligner particulièrement :

— l'absence pratiquement totale d'un certain nombre d'espèces de hautes régions — ou tout au moins leur grande rareté;

— une certaine pauvreté générale de la faune si l'on ne considère que le massif du Pelvoux au sens le plus étroit;

— la combinaison du caractère de grand massif montagneux froid possédant des glaciers avec celui d'un massif déjà méridional;

— une opposition graduelle entre la partie NW plus humide et la partie SE plus sèche; leur limite en est aussi une pour la répartition de plusieurs espèces. La répartition des populations le long des vallées qui y pénètrent semble riche d'enseignements, parce qu'assez schématique et susceptible d'explications relativement claires. Appartenant encore aux Alpes septentrionales dans son ensemble, le Pelvoux passe très brusquement, par ses couvertures sédimentaires Est et Sud, aux Alpes méridionales que nous allons maintenant étudier.

B. — LES ALPES DU SUD

I. — *LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES
DE LA RÉGION SUBALPINE SUD*

Admettant comme valable en première approximation pour les faunes d'Orthoptères la distinction importante entre Alpes du Nord et Alpes du Sud, nous avons déjà fait l'étude, dans les premières, de la région subalpine, c'est-à-dire de l'ensemble des chaînes qui se trouvent à l'ouest du sillon alpin où coulent principalement l'Arly, le Drac et l'Isère. Nous allons maintenant examiner les mêmes régions subalpines dans les Alpes du Sud; moins nettement séparées du reste de la chaîne qu'au Nord, elles forment cependant un ensemble assez net, surtout au point de vue géologique, et commode pour notre étude.

Nous y ferons figurer les montagnes situées à l'ouest du Drac et de la Durance, en s'arrêtant vers l'Est, là où ces deux rivières sont les plus proches l'une de l'autre, excluant ainsi les contreforts sédimentaires du massif cristallin du Pelvoux, examinés à part; au Nord, la limite du département de l'Isère, passant par le col de la Croix-Haute et prolongée par les crêtes méridionales du Vercors, entaillées par le col de Rousset, est aussi celle de la région envisagée; enfin, au Sud, nous en excluons le chaînon Ventoux-Lure, dernier bastion avancé des Alpes, dont les populations assez particulières seront étudiées à part.

Telle quelle, cette région comprend au NE la chaîne la plus élevée, la montagne d'Aurouze, qui atteint 2 700 m, au NW la région du Diois qui ne dépasse guère 2 000 m et, plus au Sud quelques chaînes d'altitude décroissante dont la plus élevée est la montagne de Cézûze, près de Gap, qui atteint 2 000 m d'altitude. A part Aurouze, c'est donc une région peu élevée qui nous intéresse ici; ce caractère est renforcé par le fait extrêmement important que les hauts sommets, quand ils existent, sont calcaires, souvent ruiniformes, toujours très secs et presque dépourvus de végétation, composés surtout d'immenses éboulis désolés où les Orthoptères ne peuvent pas vivre. La faune des hautes régions sera donc pratiquement absente.

Grâce aux efforts continus des Eaux et Forêts, les parties élevées de ces montagnes, complètement dénudées autrefois par un déboisement inconsidéré et un pâturage destructeur, commencent à se recouvrir de forêts qui régénèrent le sol et créent des microclimats plus humides. Et c'est là justement l'une des caractéristiques les

plus intéressantes de ce pays que de posséder, à peu de distance, des microclimats très secs, sur calcaire nu, et humides, au voisinage de forêts et de sources entretenues par une pluviosité plus élevée qu'on ne pourrait le supposer en examinant la végétation d'allure très méridionale des bords de la Durance ou les immenses éboulis de l'Aurouze. C'est en effet moins une sécheresse plus forte qui donne à la région ce caractère qu'un climat déjà plus chaud, associé souvent à un sol calcaire perméable.

1° Les populations des basses vallées.

Elles sont très largement répandues à cause de la faible altitude moyenne de la région et aussi de son caractère déjà méridional qui leur permet de remonter assez haut; non seulement les vallées, mais encore bien des montagnes basses, surtout à mesure qu'on avance vers le Sud, ne présentent aucune trace d'espèces d'altitude, celles-ci ne commençant à apparaître que vers 1 250 m, à la latitude de Nyons et Laragne, un peu plus bas plus au Nord.

Dans ces basses régions, rares sont les microclimats assez humides, au voisinage des forêts, dans les régions bien arrosées, où le fond de la population est formé de *Chorthippus longicornis*, au contraire de ce qui se passe dans les régions subalpines du Nord; ils existent cependant, surtout dans la partie septentrionale de cette contrée, quand on se rapproche du massif du Pelvoux ou du col de la Croix-Haute. La faune y est pauvre et on n'y trouve que quelques espèces accompagnant le *Chorthippus* : *Stenobothrus lineatus*, *Decticus verrucivorus*, etc.

Presque partout au contraire existe une faune thermophile abondante, à base naturellement de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, avec souvent *Stenobothrus lineatus* assez ubiquiste et *Omocestus ventralis* et, parfois en nombre, *Chorthippus albomarginatus* et *Ch. dorsatus*. Soulignant le caractère méridional de cette région, *Euchorthippus declivus*, espèce plus fréquente dans les Alpes du Sud, apparaît souvent en abondance. Bien entendu, le cortège des espèces thermophiles forme une partie plus ou moins grande de la population, avec *Calliptamus italicus*, *Ædipoda cærulescens*, *Æ. germanica*, et s'enrichit d'espèces de plus en plus méridionales, avec *Ædaleus decorus*, *Sphingonotus cærulans*, *Ameles decolor*, *Ephippiger bormansi* et bien d'autres, qui donnent peu à peu à la faune un caractère méditerranéen appauvri où ne transparaît guère la proximité de sommets plus élevés.

Entre 1 000 et 1 250 m, suivant la latitude, commencent à apparaître quelques espèces montagnardes, surtout *Stauroderus scalaris* plus thermophile, et *Euthystira brachyptera* plus hygrophile et plus septentrionale. Mais en fait, *Psophus stridulus* est l'espèce qui descend le plus bas.

Voici un exemple d'une population de cette région, pris au col de Cabre, entre Luc-en-Diois et Aspres-sur-Buech, sur sol assez sec, à 1 180 m d'altitude (relevé 432) :

<i>Psophus stridulus</i>	3 %	<i>Stenobothrus lineatus</i>	14 %
<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	26 %	<i>Omocestus ventralis</i>	3 %
<i>Euchorthippus declivus</i>	43 %	<i>Platycleis denticulata</i>	3 %
<i>Chorthippus dorsatus</i>	3 %	<i>Ephippiger ephippiger</i>	4 %
		<i>Ædipoda germanica</i>	1 %

2° Les populations de moyenne altitude.

Ce sont les seules réellement intéressantes de la région. Leur variété, conséquence de celle des microclimats, est encore plus grande que dans les basses altitudes.

Lorsque l'humidité est suffisante, près des régions boisées et surtout vers le Nord, *Chorthippus longicornis* reste abondant en altitude jusque vers 1 800 m; il s'y ajoute des espèces franchement montagnardes, surtout *Arcyptera fusca*, *Glyptobothrus apricarius*, *Euthystira brachyptera*. On y rencontre aussi *Stauroderus scalaris*, qui supporte assez bien toutes les conditions en altitude moyenne, *Stenobothrus nigromaculatus*, caractéristique des Alpes du Sud. *Stenobothrus lineatus*, *Metrioptera bicolor* sont des espèces de plaine qui remontent volontiers dans ces conditions. Enfin, *Psophus stridulus* ne manque pas au voisinage des forêts.

Un bon exemple d'une telle population est le relevé 683, pris au col du Lautaret, au-dessus de la forêt de Durbon :

<i>Podisma pedestris</i>	7 %	<i>Stenobothrus lineatus</i>	12 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	7 %	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i> ...	2 %
<i>Stauroderus scalaris</i>	2 %	<i>Ephippiger bormansi</i>	5 %
<i>Arcyptera fusca</i>	15 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	3 %
<i>Psophus stridulus</i>	2 %	<i>Metrioptera bicolor</i>	3 %
<i>Euthystira brachyptera</i>	5 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	12 %
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	25 %		

On y constate aussi la présence de deux espèces de haute montagne, *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus*, qui sont pratiquement les seules de la région.

Dans les microclimats plus secs, *Chorthippus longicornis* est remplacé par *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, pouvant monter assez haut, et *Euchorthippus declivus* qui s'arrête vers 1 500 m. On y trouve aussi comme espèces de plaine *Stenobothrus lineatus*, *Metrioptera bicolor*, des *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis*, et tout le cortège des espèces thermophiles (*Calliptamus*, *Ædipoda*, etc.). Comme espèces montagnardes, les plus abondantes sont d'abord et de loin *Stauroderus scalaris*, puis *Glyptobothrus apricarius*, *Arcyptera fusca*, *Stenobothrus nigromaculatus*. On y rencontre aussi, mais moins fréquemment, *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus*.

La zone montagnarde, en somme, malgré une assez grande richesse en espèces, n'est pas douée d'une grande originalité. Seule la présence de *Stenobothrus nigromaculatus* est intéressante et montre bien clairement les affinités méridionales de la faune, avec *Ephippiger bormansi* que l'on trouvera plus fréquemment en descendant vers le Sud et l'Est de la chaîne alpine.

3° Les populations des hautes régions.

Il a déjà été expliqué pour quelles raisons — altitude générale faible du massif, aridité des sommets surtout formés d'éboulis calcaires — ces populations ne se présentaient pratiquement pas.

Ce n'est qu'en quelques endroits, sur de faibles surfaces très localisées, qu'on trouve des espèces de haute région, au sommet du Mont Céüse par exemple. On y rencontre seulement *Podisma pedestris*, *Anonconotus alpinus* et *Stenobothrus nigromaculatus*, représentés d'ailleurs par un petit nombre d'exemplaires.

Conclusion.

La zone subalpine méridionale est moins riche d'enseignements que la zone subalpine septentrionale, qu'elle prolonge; la comparaison entre ces deux régions ne manque cependant pas d'intérêt :

— De réelles affinités les rapprochent : abondance des espèces hygrophiles — *Chorthippus longicornis*, *Euthystira brachyptera* —, même dans ces régions méridionales, par opposition à d'autres situées à la même latitude, mais plus à l'intérieur de la chaîne.

- Leur différence tient principalement à ce même caractère méridional, faisant disparaître dans la zone subalpine méridionale certaines espèces trop hygrophiles comme *Chrysochraon dispar*, *Metrioptera saussuriana*, et apparaître au contraire, surtout dans les parties orientales, des espèces rares plus au Nord comme *Anonconotus alpinus* et *Glyptobothrus apricarius*. La présence de *Stenobothrus nigromaculatus* souligne ce caractère méridional.

— Enfin, les espèces des hautes régions sont bien plus rares et peu nombreuses, et semblent constituer des reliques qui subsistent tant bien que mal à une altitude trop basse pour elles : *Podisma pedestris*, *Anonconotus alpinus*, *Stenobothrus nigromaculatus*; les conditions défavorables des régions élevées ne permettent pas le développement d'une véritable faune de haute montagne, à *Melanoplus frigidus* et *Aeropus sibiricus* par exemple.

Nous verrons ces caractères se confirmer et s'étendre dans la chaîne Ventoux-Monts de Lure, dernier bastion avancé des Alpes vers le SW.

II. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DU MONT VENTOUX ET DE LA MONTAGNE DE LURE

Il aurait pu paraître naturel d'étudier en un seul ensemble les peuplements d'Orthoptères de tout le chaînon du Ventoux et de la montagne de Lure, ainsi que des basses montagnes voisines. L'expérience a montré en fait que le Mont Ventoux occupait une place à part, due à la pauvreté de sa faune montagnarde et à la simplicité de ses populations, qui permettaient d'en faire une étude très schématique.

LE MONT VENTOUX

L'isolement presque total du Mont Ventoux au milieu de la plaine provençale — où il forme avec les Monts de Lure un chaînon orienté E-W, mais appartenant déjà réellement aux Alpes et non aux chaînons des Monts de Provence de faune bien différente — a rendu depuis longtemps son étude extrêmement précieuse pour la biologie. Il était naturel d'examiner avec soin ses populations d'Orthoptères qui pouvaient, grâce à sa position isolée, offrir un aspect schématique pouvant apporter des éclaircissements sur divers points.

Une circonstance défavorable s'oppose malheureusement à ce que cette étude soit aussi fructueuse qu'elle pourrait l'être : le Mont Ventoux est très boisé et les populations de prairies, les plus intéressantes, n'existent que dans les régions moins couvertes. On trouve toutefois de vastes zones de clairières où les arbres, très clairsemés, ne gênent en rien l'installation de ces populations. C'est en particulier le cas du Mont Serein, sur le flanc nord, à une altitude voisine de 1 400 m, et d'une série de zones dénudées, mais plus petites, situées plus à l'Est, à des altitudes égales ou plus faibles; c'est aussi le cas du tracé de la route, sur le flanc sud, qui parcourt longtemps une région de buissons plus ou moins abondants. Au-dessus de 1 600 m d'altitude environ, la forêt fait place à une pelouse de caractère subalpin qui même disparaît complètement par endroits — en particulier au voisinage du sommet — et laisse à nu le sol calcaire sec et aride l'été, couvert d'une grande épaisseur de neige l'hiver.

Il était naturel de faire l'étude des populations d'Orthoptères du Mont Ventoux, suivant un plan tracé par l'aspect botanique du paysage; et c'est ce qui nous a amené à les diviser en trois catégories.

1° Les populations de faible altitude, habitant la zone de caractère encore quasi méditerranéen ou médio-européen.

2° Les populations de moyenne altitude, habitant la zone forestière

correspondant à « l'étage montagnard » des botanistes et les parties dénudées de cette zone.

3° Les populations de « l'étage subalpin » des botanistes, au-dessus de la limite des forêts.

1° Les populations de faible altitude.

Les premiers contreforts du Mont Ventoux émergent de la plaine environnante et des collines voisines à une altitude de 500 m environ; la flore et la faune sont typiquement méridionales et n'offrent aucun caractère montagnard. On y trouve par exemple *Tylopsis liliifolia*. Toutefois, le fond de la population est constitué de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, accompagné dans les lieux arides d'*Ædipodinæ* et de *Calliptamus*.

Lorsqu'on s'élève jusque vers 1 100 m sur le flanc nord, un peu plus haut sur le flanc sud, on se trouve toujours dans une forêt d'allure méridionale composée principalement de chêne-vert, de chêne pubescent et de pin d'Alep; cette forêt, clairsemée par places, est peuplée dans les clairières et les garrigues d'une faune d'Orthoptères très banale, toujours à base de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, accompagné en quantités variables d'*Ephippiger ephippiger*, *Calliptamus italicus* et d'*Ædipodinæ* : *Ædipoda germanica*, *E. cærulescens*, *Edaleus decorus*, *Sphingonotus cærulans*.

Tout ceci semble bien indiquer que dans cette région, les influences montagnardes sont à peu près nulles; l'hiver, la neige y tombe peu ou pas et, en tout cas, n'y séjourne pas; la faune est composée principalement d'espèces thermophiles, et le *Glyptobothrus*, bien que fort ubiquiste, est plutôt une espèce de lieux secs.

2° Les populations de l'étage montagnard.

Au Mont Ventoux, comme il est dit plus haut, l'étage montagnard est principalement boisé : sur le flanc nord, par des pins laricio, des pins sylvestres et surtout des pins d'Autriche, subspontanés; sur le flanc sud, par des hêtres et un bois de cèdres plantés. Il s'étend de 1 100 à 1 600 m environ.

Quant aux parties découvertes de cet étage, elles contiennent des arbres isolés de la forêt, du buis et du genévrier nain; les autres plantes sont assez banales, avec quelques affinités méditerranéennes et montagnardes.

C'est au Mont Serein, sur un large espace découvert du type pré-bois, qu'a été fait le relevé qui semble le mieux mettre en évidence les constituants de la faune de cet étage; il a été refait à plusieurs reprises, à des heures différentes et à des lieux un peu éloignés les uns des autres, par exemple au voisinage du Contrat, plus à l'Est;

dans toute cette étendue, la population s'est révélée très constante (relevé 301) :

<i>Podisma pedestris</i>	7,5 %	} Espèces de hautes régions.
<i>Anonconotus alpinus</i>	8,5 %	
<i>Stauroderus scalaris</i>	52 %	Esèce montagnarde.
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	6 %	
<i>Stenobothrus lineatus</i>	18 %	
<i>Ephippiger ephippiger</i>	3 %	
<i>Platycleis denticulata</i>	3 %	
<i>Glyptobothrus biguttulus</i> - <i>bicolor-mollis</i>	2 %	

La densité est toujours forte, de l'ordre de 10 par m² au moins. Ce pré-bois semble donc un lieu particulièrement favorable aux Orthoptères et où la population montre une homogénéité marquée.

Sur le flanc sud, cette zone existe aussi, avec une population très analogue, compte tenu des fluctuations locales n'affectant guère les constituants principaux. Voici un exemple pris à 1 600 m d'altitude, à 2 km SE environ du sommet (relevé 304), dans une prairie à genévriers.

<i>Podisma pedestris</i>	19 %		<i>Stauroderus scalaris</i>	48 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	5 %		<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	28 %

L'altitude plus élevée, le terrain plus sec, moins boisé, peut expliquer l'absence des autres espèces qui se rencontraient dans le relevé 301.

Examinons maintenant la faune des parties boisées de cette zone. La première remarque à faire est avant tout son manque d'homogénéité, qui contraste avec celle des pré-bois et des prés à genévriers. Il serait illusoire d'y donner des pourcentages qui ne correspondent probablement pas à quelque chose de stable, mais doivent être soumis à des fluctuations en raison principalement de la faible densité de la population, beaucoup plus assujettie ainsi aux influences extérieures. Ce sont principalement dans les clairières de petites taches isolées, avec souvent très forte dominance d'une espèce : *Stauroderus scalaris*, *Glyptobothrus* du groupe *biguttulus*, *Psophus stridulus* — espèce qui semble s'écarter très peu des zones boisées — et, en moindre proportion, les autres espèces du pré-bois, surtout *Podisma pedestris*, *Anonconotus alpinus* et *Myrmeleotettix maculatus*; *Ædipoda germanica* se trouve rarement, par individus isolés, sur les rochers ensoleillés. L'espèce rare *Stenobothrus fischeri* a été rencontrée une fois sur le flanc sud, à la lisière de la forêt; autre espèce rare, *Stenobothrus grammicus* se trouve sur le flanc nord. Signalons de plus deux espèces de buissons, *Tettigonia viridissima*, et le rare *Pholidoptera chabrieri* qui se rencontre assez abondant par places, jusque dans les buissons des prés-bois. La densité, là où elle est la plus forte, ne dépasse jamais 2 par m² sur de petites surfaces, et la densité globale sur toute la zone boisée est très faible, souvent presque nulle sur des hectares entiers.

3° Les populations de l'étage subalpin.

Lorsque l'on s'élève au-dessus de la zone des forêts, le phénomène le plus spectaculaire auquel on assiste est une raréfaction extrêmement forte des Orthoptères; partout la densité tombe au-dessous de 1 par m²; il devient même difficile de parler de population et l'on a affaire plutôt à des individus isolés, ceux de la même espèce se rencontrant par petites bandes de quelques unités, séparées par de grandes distances.

Lorsque l'on considère le paysage, ce résultat n'a rien qui puisse surprendre : éboulis, sol en grande partie découvert, plantes naines de l'étage subalpin, vent le plus souvent rapide, température plus basse qu'on ne pourrait s'y attendre à une altitude aussi méridionale, le milieu apparaît comme peu favorable aux Orthoptères. Dans des régions alpines situées plus au Nord et à l'intérieur de la chaîne, on s'attendrait à trouver là *Podisma frigida* et *Aeropus sibiricus*; mais ces espèces n'arrivent pas jusqu'au Ventoux et on ne trouve dans cette région qu'une faune très appauvrie et sélectionnée de la zone inférieure.

En montant le long des pentes septentrionales, on trouve parfois dans les combes abritées, encore couvertes de neige au mois de juin, de petits rassemblements d'Orthoptères, assez rares d'ailleurs. L'un de ceux-ci examiné, montrait environ 50 % de *Podisma pedestris*, et le reste composé d'*Anonconotus alpinus*, *Glyptobothrus* du groupe *biguttulus* et *Myrmeleotettix maculatus*; toutes ces espèces se trouvent en plus grande abondance quelques centaines de mètres plus bas.

Au voisinage de l'arête faîtière et sur le haut du flanc sud, tout aussi désolé, presque tous les individus rencontrés sont des *Myrmeleotettix maculatus*, seule espèce qui se rencontre avec quelque fréquence; en plus, on trouve çà et là des individus isolés de *Podisma pedestris*, *Anonconotus alpinus* et *Stauroderus scalaris*, extrêmement rares.

En résumé, cette zone ne possède pas de faune originale, au contraire de ce que l'on observe plus à l'intérieur de la chaîne des Alpes; elle est peuplée uniquement des espèces de la zone montagnarde qui sont susceptibles de supporter ces dures conditions; et cependant, leur densité y est bien moindre que plus bas. *Myrmeleotettix maculatus* se trouve assez fréquemment sur des zones alpines froides et très éventées; c'est ici l'espèce qui résiste le mieux; même *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus* y sont fort rares. Quant à l'absence quasi totale de *Stauroderus scalaris*, elle surprend moins lorsqu'on a constaté qu'au Mont Serein (relevé 301) où il est plus abondant, on ne le capture pratiquement plus après 19 heures, alors que les autres espèces manifestent encore une grande activité; il est probable que le rafraîchissement rapide du sol et de l'air le contraint à chercher refuge dans les buissons; l'absence de cette végétation buissonnante dans la zone la plus élevée du Mont Ventoux peut très bien suffire à expliquer son absence. Cette hypothèse est corroborée

par le fait que sur le flanc sud, dans les parties les plus élevées de la zone du pré-bois, les *Stauroderus*, bien que formant environ 50 % de la population (relevé 304), sont concentrés autour des buissons de genévriers nains et sur leurs branches, et y cherchent un refuge aussitôt que la température baisse. Ceci permet d'éclairer un peu la biologie de cette espèce, qui atteint pourtant parfois des altitudes de plus de 2 000 m.

Conclusion.

Les populations d'Orthoptères du Mont Ventoux présentent un aspect suffisamment schématique pour qu'une représentation cartographique ait pu être envisagée; elle donne une idée relativement exacte du peuplement, mais il est évident qu'une telle représentation ne représente qu'un état moyen et est beaucoup plus susceptible de fluctuations annuelles qu'une carte de la végétation par exemple. Elle possède néanmoins l'intérêt de montrer dans l'espace, par rapport au relief du sol et à tout ce qu'il conditionne de propriétés physiques, et également par rapport à la végétation — plus dans la participation de celle-ci aux facteurs physiques d'une part, et dans son rôle comme indicateur du milieu que comme conditionnement botanique propre par les différentes espèces végétales existantes —, la répartition des différentes manières d'être de la population des Orthoptères.

Le Mont Ventoux est précisément intéressant à ce point de vue d'une part, grâce à une disposition relativement simple des facteurs physiques et climatiques du milieu, d'autre part grâce au petit nombre des espèces d'Orthoptères qu'on y rencontre. Avec ce petit nombre d'espèces (et, écologiquement, certaines ont des exigences analogues et peuvent être classées sous la même rubrique), se sont constitués, sur les différents écotypes également peu nombreux, un petit nombre de types de population mis en évidence dans cette étude et qui peuvent être résumés dans une carte.

Indépendamment de ces renseignements d'ordre général, par la relative simplicité de ces conditions, le Mont Ventoux apporte pour l'écologie de diverses espèces quelques précisions intéressantes qui peuvent être utilisées dans une synthèse de leur biologie.

LA MONTAGNE DE LURE ET LES BARONNIES

La montagne de Lure prolonge vers l'Est le chaînon du Ventoux, en une crête un peu moins élevée; sa végétation est à peu près identique et repose sur un sol de même allure géologique, façonné par une tectonique analogue. Dans ces conditions très voisines se développent pourtant des populations d'Orthoptères très différentes par leur composition et par leur structure; on y rattachera le pays de chaînes peu élevées situées plus au Nord, entre Nyons et Laragne.

1° *Les populations de basse altitude.*

Jusque vers 800 m d'altitude règne, comme au Mont Ventoux, une faune thermophile assez banale qui est celle de la plaine ou mieux des collines provençales; peu intéressante, elle est appauvrie des espèces vraiment méditerranéennes qui ne se trouvent que plus bas ou plus au Sud.

Les populations sont à base de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* ou d'*Euchorthippus declivus*, accompagnés du cortège des espèces thermophiles très riche ici (*Calliptamus*, *Ædipoda*, *Sphingonotus*, *Ephippiger*, *Platycoleis denticulata* et *tessellata*, et bien d'autres moins fréquentes). A mesure qu'on s'élève, *Stenobothrus lineatus* prend de l'importance et a tendance à jouer un grand rôle dans le peuplement de la montagne de Lure tout comme dans celui du Mont Ventoux.

Vers 800 m sur le versant nord, au moins 1 200 m sur le versant sud, ces populations thermophiles sont limitées par la forêt; la forte dissymétrie des deux versants se traduit dans celle du peuplement; les escarpements nord de la chaîne, très importants, abritent une forêt relativement froide qui protège les populations montagnardes et permet la descente prononcée de certaines espèces d'altitude. Cette dissymétrie est beaucoup plus prononcée qu'au Mont Ventoux et crée, sur le flanc nord de la montagne de Lure, des conditions très spéciales.

2° *Les populations de l'étage montagnard.*

Une bonne partie de la montagne de Lure est couverte de forêts entre 800 et 1 400 m; forêts assez diverses, composées surtout de hêtres, de pins sylvestres, de pins laricio; de vastes clairières, des régions défrichées, des landes à *Buxus* ou à *Juniperus* nains et où l'on trouve de la lavande presque jusqu'au sommet, abritent les principales populations d'Orthoptères de cette région. Plus clairsemées, communiquant plus difficilement entre elles qu'au Mont Ventoux, elles sont par là même beaucoup plus difficiles à analyser car moins homogènes.

Dans les collines et les petites chaînes des Baronnie, situées plus au Nord, l'altitude est plus faible et ne permet que rarement la présence de populations montagnardes; celles-ci se réduisent à des populations de plaine appauvries et où s'introduisent quelques espèces particulières. En voici un exemple pris au col de Perty, à 1 300 m, entre Séderon et Orpierre; la végétation est une lande à *Buxus*, *Genista cinerea*, *Lavandula vera*, sur sol calcaire (relevé 718) :

<i>Podisma pedestris</i>	4 %	} Espèces montagnardes, la seconde plutôt forestière.
<i>Psophus stridulus</i>	3 %	
<i>Stenobothrus lineatus</i>	18 %	
<i>Stenobothrus fischeri</i>	29 %	Espèce méridionale.
<i>Glyptobothrus biguttulus - bicolor-mollis</i>	9 %	} Ubiquistes de plaine, la seconde plutôt méridionale.
<i>Euchorthippus declivus</i>	11 %	
<i>Platycleis denticulata</i>	8 %	
<i>Ephippiger ephippiger</i>	4 %	/ Cortège des espèces thermophiles.
<i>Oedipoda caerulea</i>	3 %	
<i>Oedipoda germanica</i>	11 %	

Ce relevé représente fort bien la faune des endroits les plus élevés des Baronnies; on y trouve des ubiquistes, *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, toujours présent, et *Euchorthippus declivus*, caractéristique des Alpes du Sud et le complexe habituel des espèces thermophiles. *Stenobothrus lineatus* est abondant aussitôt qu'on se trouve à une altitude moyenne; c'est une caractéristique commune avec le Mont Ventoux; *Stenobothrus fischeri* est une espèce franchement méridionale, assez rare en dehors des collines de la Haute Provence et du Sud du Massif Central; c'est à peu près la limite septentrionale de son habitat courant; *Psophus stridulus* est toujours fréquent dans ces landes garnies de buissons, et descend volontiers; enfin, *Podisma pedestris* est rare et ne se trouve que sur les crêtes les plus élevées, descendant cependant parfois un peu à la faveur d'un flanc nord très abrupt. Tout cela ne rappelle guère le Mont Ventoux où *Stauroderus scalaris* est fort abondant et où l'on trouve *Anonconotus alpinus* aux côtés de *Podisma pedestris*. Il n'existe pas, dans ces montagnes trop basses, de véritables populations de moyenne altitude, mais des populations de collines provençales où se sont maintenues parfois quelques espèces franchement montagnardes.

Sur la montagne de Lure elle-même, les populations de plaine se heurtent vite à la forêt et, surtout sur le flanc nord, elles se transforment profondément, perdant d'abord les *Euchorthippus declivus* et le cortège des espèces thermophiles, alors que les *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* montent jusqu'au sommet. Les clairières de la zone boisée sont très riches en espèces cependant; comme au Ventoux, on y trouve en abondance *Stauroderus scalaris* et *Stenobothrus lineatus*. Sur le flanc nord, on y voit descendre jusqu'au-dessous de 1 000 m, à l'ombre de la montagne, les deux seules espèces alpines qui existent là : *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus*, curieuse anomalie dans une chaîne aussi méridionale. Comme dans les montagnes subalpines du Diois et de Céüse, on y trouve d'autres espèces montagnardes dont c'est la limite de répartition SW et qui n'existent pas au Ventoux : *Arcyptera fusca*, *Euthystira brachyptera*, *Stenobothrus nigromaculatus*. D'autres, au contraire, sont des formes méridionales qu'on ne rencontre guère plus au Nord et qui existent au

Ventoux : *Stenobothrus fischeri*, *Barbitistes fischeri* et le rare *Pholidoptera chabrieri* dans les buissons ou au voisinage de ceux-ci. Naturellement, *Psophus stridulus* est à l'aise dans ces terrains boisés. Tout cela compose un ensemble d'espèces disparates, réunies là grâce à la présence de microclimats très variés, et donne une faune de moyenne montagne beaucoup plus riche et plus variée que sur le flanc nord du Mont Ventoux, dans des conditions pourtant peu différentes.

Il serait vain d'essayer de définir des proportions d'espèces parmi ces populations isolées les unes des autres dans les clairières de la forêt; une séparation même imparfaite amène très souvent la pullulation d'une espèce grâce à des causes fortuites, et en fait disparaître d'autres qui existent pourtant à peu de distance de là dans des conditions identiques. Le hasard joue là un grand rôle et empêche de donner des règles précises : l'année suivante, les populations seront réparties dans le détail d'une façon absolument différente et ce n'est qu'à l'échelle du kilomètre carré que des pourcentages d'espèces auraient un sens.

Cependant, la crête de la montagne de Lure forme au-dessus des forêts une lande à genévriers nains, lavande et genêt cendré, qui s'étend sur une bande de plusieurs kilomètres de longueur et quelques centaines de mètres de largeur; la population est là assez homogène mais de densité variable. Un relevé effectué à un col, le Pas de la Graille, vers 1 550 m, a donné les proportions suivantes (relevé 316) :

<i>Podisma pedestris</i>	6 %	} Espèces alpines.
<i>Anonconotus alpinus</i>	2 %	
<i>Stauroderus scalaris</i>	21 %	} Espèces montagnardes.
<i>Euthystira brachyptera</i>	16 %	
<i>Stenobothrus lineatus</i>	20 %	, toujours abondante ici.
<i>Stenobothrus fischeri</i>	11 %	
<i>Platycleis denticulata</i>	9 %	{ Ubiquistes thermophiles.
<i>Glyptobothrus biguttulus - bicolor-mollis</i>	15 %	

On relève une certaine analogie avec le flanc nord du Mont Ventoux, à part la présence d'*Euthystira brachyptera*. Cette proportion reste à peu près la même au voisinage des crêtes, près du sommet par exemple, mais la population devient vite très clairsemée et sa densité touche à des valeurs très faibles. On n'y constate pas la présence — en tout cas nous ne l'avons pas rencontré — de *Myrmeleotettix maculatus* qui forme l'essentiel de la population de la crête au Mont Ventoux, et c'est là une différence très importante. L'altitude des sommets de la montagne de Lure est nettement inférieure à celle des sommets du Mont Ventoux, et c'est presque sur la crête de Lure qu'il faut chercher l'équivalent du Mont Serein et de son relevé 301 si représentatif.

3° Les populations de l'étage subalpin.

Nous voyons qu'ici, encore moins qu'au Mont Ventoux, on ne peut parler d'étage alpin, et en fait, à peine d'étage subalpin. Il n'y a même pas pour le caractériser le *Myrmeleotettix maculatus*; il n'est évidemment pas question d'*Aeropus sibiricus* ou de *Melanoplus frigidus*, l'altitude est insuffisante. Les populations de l'étage subalpin ne sont que celles, clairsemées et appauvries, qui s'élèvent au sommet de l'étage montagnard.

Conclusion.

Un raisonnement par analogie amènerait facilement à penser que l'ensemble du massif Ventoux-Lure possède une faune analogue; ce serait là une grande erreur.

Le Mont Ventoux occupe une place à part dans la chaîne alpine; il en est un bastion avancé, isolé dans les plaines provençales, et sa faune franchement montagnarde est très pauvre; il en est de même des Baronnies, mais c'est à cause de leur altitude trop faible, alors que le Ventoux est suffisamment élevé pour fournir à des espèces alpines un habitat valable. Au contraire, bien que moins haute, la montagne de Lure est bien plus riche en espèces et possède une faune assez analogue à celle de la zone subalpine méridionale, peut-être à cause de sa position déjà plus engagée dans l'arc alpin. Il n'est pas inutile d'effectuer une récapitulation des ressemblances et des différences entre les deux régions — portant uniquement sur les régions élevées, évidemment, les basses faunes étant celles de la Haute Provence.

Un certain nombre de caractères communs importants rattachent les deux régions. Tout d'abord, on n'y rencontre plus du tout, même en altitude, de populations hygrophiles à base de *Chorthippus longicornis*; cette espèce est inconnue dans le chaînon Ventoux-Lure, alors qu'elle est encore assez répandue dans les massifs subalpins méridionaux comme l'Aurouze (mais déjà pratiquement absente du massif de Céüse). Ensuite, les seuls espèces de haute montagne qu'on y rencontre sont *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus* (comme d'ailleurs dans les massifs subalpins méridionaux). Parmi les espèces montagnardes, l'important *Glyptobothrus apricarius*, très abondant dans tous les massifs situés plus au Nord ou à l'Est, manque entièrement dans tout le chaînon Ventoux-Lure. Au contraire, on y trouve certaines espèces subméditerranéennes absentes plus au Nord, telles que *Stenobothrus fischeri* et *Pholidoptera chabrieri*, qui existent d'ailleurs aussi plus à l'Est.

Les différences qui séparent les deux massifs sont aussi d'importance : on a déjà souligné la présence au Mont Ventoux, sur la

crête, de *Myrmeleotettix maculatus*, qui forme l'essentiel de la faune sommitale et n'existe pas aux Monts de Lure — non plus d'ailleurs que dans les autres massifs subalpins méridionaux et dans la région des Basses-Alpes. *Stenobothrus grammicus*, espèce méridionale, existe aussi seulement au Ventoux. Par contre, plusieurs lacunes importantes appauvrissent la faune montagnarde du Mont Ventoux d'espèces qui existent à la montagne de Lure : *Arcyptera fusca*, *Euthystira brachyptera* et *Stenobothrus nigromaculatus*, pourtant très répandus et très importants; notons au passage que cette dernière espèce, montagnarde et même alpine plus au Nord, le devient bien moins dans les Monts de Lure et peut descendre au-dessous de 1 000 m.

Il est hors de doute que l'ensemble Ventoux-Lure est à la limite du territoire alpin; bien des espèces de haute montagne ne peuvent y trouver place et cela donne un intérêt particulier à ce massif. Le Mont Ventoux, aux conditions plus extrêmes, exagère ces tendances et se sépare nettement par là même de la montagne de Lure, par l'absence d'espèces pourtant très répandues. Cet extrême appauvrissement de la faune montagnarde du Ventoux n'est que très insuffisamment compensé par l'arrivée, du Sud, de quelques espèces qui ne pénètrent pas plus loin dans les Alpes, ou seulement plus à l'Est, et par la présence insolite de *Myrmeleotettix maculatus* qu'il faut aller chercher ensuite très loin de là, jusqu'à l'Obiou, les massifs voisins en étant dépourvus.

L'étude de ce massif a donc le grand intérêt de fournir des renseignements sur les conditions limites des Alpes françaises, et de préciser la disparition successive des différentes espèces quand on quitte le centre de la chaîne pour la Provence.

III. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DU BRIANÇONNAIS ET DU QUEYRAS

On peut réunir en un seul ensemble assez homogène, au point de vue de la faune des Orthoptères, toute la partie NE du département des Hautes-Alpes, limitée vers l'Est par la frontière italienne, vers l'Ouest par le massif du Pelvoux — c'est-à-dire à peu près par les vallées de la Guisane et de la Durance —, vers le Nord par les cols du Lautaret et du Galibier et la ligne de crête du Mont Thabor, vers le Sud par le département des Basses-Alpes jusqu'au col de Vars sans l'y comprendre, et par une ligne arbitraire passant entre Guillore et Embrun.

Si l'on voulait examiner cet ensemble avec plus de détails, on pourrait y distinguer plusieurs régions : les environs de Briançon, avec la vallée de la Guisane, celle de Névache et le voisinage du col du Montgenèvre, d'altitude générale assez élevée, soumis encore

à certaines influences septentrionales; la vallée de la Durance, chaude et sèche, abritée des précipitations excessives par le massif du Pelvoux; et enfin le Queyras, c'est-à-dire l'ensemble des vallées et des montagnes situées à l'est de la Durance et qui forment une avancée orientale s'enfonçant dans le territoire italien, où les reliefs les plus élevés atteignent 3 000 m. En fait, ces trois régions peuvent être examinées ensemble, car les populations d'Orthoptères n'y diffèrent pas par des caractères bien importants.

Les forêts, assez abondantes, présentent déjà des caractères méridionaux; dans toute cette région, le hêtre n'apparaît pas, faute de l'humidité nécessaire; le pin sylvestre et le mélèze sont les essences principales; si le pin sylvestre forme des forêts denses, où les Orthoptères vivent mal, à part quelques espèces particulières, les mélèzes forment des prés-bois, assez lâches, et si la pente n'est pas trop forte, un épais gazon peut se développer sous leur couvert, permettant aux populations d'Orthoptères d'y subsister si l'ensoleillement y est suffisant. Ces circonstances favorisent le mélange des faunes d'altitudes différentes.

1° Les populations des basses vallées.

Une bonne partie de cette région est occupée par des vallées d'assez faible altitude : presque toute la vallée de la Durance est située au-dessous de 900 m. Il s'y ajoute un certain nombre de vallées affluentes, qui s'élèvent assez vite. Mais le caractère déjà méridional du Briançonnais et du Queyras a pour conséquence la descente plus difficile des espèces montagnardes, que l'on rencontre rarement au-dessous de 1 400 m et pratiquement pas au-dessous de 1 200 m. Ces populations sont donc importantes et très répandues.

Une seconde conséquence de ce caractère méridional est la prédominance — moins forte que plus au Sud, mais déjà bien marquée — du complexe *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* sur *Chorthippus longicornis*; en effet, dans les basses vallées, les microclimats assez froids et humides, susceptibles d'héberger cette dernière espèce, se font rares.

A. — LES POPULATIONS THERMOPHILES sont donc les plus fréquentes; elles sont en particulier très répandues dans toute la vallée de la Durance, chaude et sèche. En voici un exemple typique, le relevé 439, pris auprès de Guillestre, à 1 100 m d'altitude.

<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	41 %	<i>Antaxius pedestris</i>	6 %
<i>Euchorthippus declivus</i>	20 %	<i>Ephippiger ephippiger</i>	6 %
<i>Chorthippus longicornis</i>	2 %	<i>Platycleis denticulata</i>	5 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	4 %	<i>Calliptamus italicus</i>	9 %
<i>Tettigonia viridissima</i>	3 %	<i>Ædipoda cærulescens</i>	4 %

Ce relevé, qui exprime la composition de la population d'Orthoptères sur des surfaces très étendues (à part quelques fluctuations dans les proportions), est intéressant à examiner. Le premier fait intéressant est la coexistence du *Chorthippus longicornis* avec *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* quoique le premier ne forme qu'une infime minorité; c'est un fait assez général dans cette région, principalement dans le Queyras; il semble bien que les conditions soient telles qu'elles permettent la pullulation du *Glyptobothrus*, mais n'excluent pas complètement le *Chorthippus*; nous avons déjà constaté le même phénomène dans la zone subalpine du Nord, où les conditions climatiques sont bien différentes; toutefois, la proportion des espèces était inversée et le *Chorthippus* dominait généralement le *Glyptobothrus*. Ceci est une nouvelle preuve du fait que les domaines écologiques de ces deux espèces, bien que très différents, possèdent quand même une petite partie commune permettant leur coexistence dans certaines conditions particulières.

Un autre fait intéressant est la présence dans ce relevé, en quantité importante, d'*Euchorthippus declivus*, qui montre que cette région fait déjà bien partie des Alpes méridionales; cette espèce est en effet abondante à altitude faible ou moyenne dans tout le secteur des Alpes du Sud, où elle coexiste largement avec *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*. Au contraire, on ne la rencontre pratiquement pas dans les Alpes du Nord.

Enfin, on constate la présence d'un cortège d'espèces thermophiles plus ou moins interchangeables, à base de *Calliptamus*, d'*Ædipoda*, d'*Ephippiger*, de *Platycleis*, qui existent dans les Alpes du Nord, mais qui se font de plus en plus abondantes à mesure qu'on descend dans le Sud et que les microclimats favorables, rares dans le nord, recouvrent des surfaces plus importantes. On y trouve encore d'autres *Ædipodinae*: *Sphingonotus cærulans*, *Ædaleus decorus*. Rappelons qu'on a donné le nom de *complexe thermophile* à ce cortège d'espèces, variable du nord au sud des Alpes, mais toujours frappant par sa physionomie et lié au *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*.

Un dernier caractère des populations thermophiles est de contenir parfois des *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis*; toutefois, ils sont plus fréquents à une altitude un peu supérieure, dans la zone montagnarde.

B. — LES POPULATIONS HYGROPHILES, moins nettes et moins abondantes, contiennent aussi assez souvent des *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, mais en petite quantité, et c'est le *Chorthippus longicornis* qui domine. Une telle faune est toujours étroitement localisée dans des microclimats assez froids et humides, par exemple sur le flanc exposé au nord de la vallée de la Guisane, où la proximité du col du Lautaret laisse pénétrer quelques influences septentrionales; dans les vallées très encaissées du Queyras, où le soleil ne donne qu'une faible partie de la journée, tamisé de plus par un rideau

d'arbres, et où règnent parfois les vents humides venus du Piémont.

A côté de ces deux espèces, on trouve, surtout dans les vallées du Queyras, des quantités assez importantes de *Chorthippus dorsatus*, espèce plutôt hygrophile qu'il n'est pas étonnant de rencontrer dans ces milieux; mais on la trouve parfois aussi dans des microclimats plus secs, ce qui laisse planer un doute sur ses exigences. Au bord des ruisseaux, des représentants du genre *Tetrix* abondent parfois, *Tetrix bipunctata*, *Tetrix depressa*, *Tetrix subulata* par exemple; les endroits les plus mouillés sont surtout habités par des *Mecostethus grossus*.

Dans des circonstances particulières, on peut observer des peuplements particulièrement simplifiés; par exemple, les prés-bois de mélèzes du Queyras — comme aux environs de Ceillac — ne sont jamais des milieux bien riches en espèces (ni en individus d'ailleurs); après qu'ils ont été fauchés, on trouve dans l'herbe rase qui subsiste une population homogène de *Chorthippus longicornis*.

A partir de 1 200 m d'altitude environ, les espèces de moyenne montagne commencent à faire leur apparition; les deux qui descendent le plus bas sont *Glyptobothrus apricarius* et *Stauroderus scalaris*; et il est très fréquent de trouver jusqu'à 1 600 m d'altitude et parfois plus, des populations qui ne diffèrent de celles de la vallée de la Durance que par la présence d'une faible proportion de ces deux espèces. En voici un exemple pris à l'est de Briançon, un peu au-dessous de Cervières, à 1 500 m d'altitude (relevé 441) :

<i>Stauroderus scalaris</i>	9 %	} Espèces montagnardes.
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	1 %	
<i>Stenobothrus lineatus</i>	3 %	} Complexe thermophile.
<i>Omocestus hæmorrhoidalis</i>	1 %	
<i>Tetrix depressa</i>	1 %	
<i>Platycleis denticulata</i>	6 %	
<i>Ephippiger ephippiger</i>	1 %	
<i>Calliptamus italicus</i>	32 %	
<i>Edipoda cærulescens</i>	3 %	
<i>Edipoda germanica</i>	1 %	
<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mol-</i> <i>lis</i>	42 %	

L'étude des populations des basses vallées a déjà pour principal intérêt de montrer, par plusieurs caractères, l'affinité méridionale de ce secteur, qui appartient déjà nettement aux Alpes du Sud, malgré les influences septentrionales qui s'y exercent encore.

2° Les populations de moyenne altitude.

Comme on l'a déjà fait remarquer, ce n'est qu'à partir de 1 200 m d'altitude que l'on commence à trouver des espèces montagnardes, se mélangeant aux espèces de plaine, et à partir de 1 400 m environ qu'elles forment une importante fraction de la population d'Orthop-

tères. Il faut monter encore plus haut pour voir enfin des populations en majorité montagnardes. Enfin, on peut dire que vers 2 000 m d'altitude, les espèces des hautes régions commencent déjà à supplanter en grande partie les espèces montagnardes. Le domaine altitudinal de ces populations de moyenne altitude est donc peu étendu dans cette région, ce qui ne l'empêche pas de couvrir de vastes surfaces, principalement dans le fond et sur les flancs des vallées élevées.

Les deux espèces les plus communes y sont, et de beaucoup, *Stauroderus scalaris* et *Glyptobothrus apricarius*; très à l'aise dans toute cette région, nous avons déjà vu que c'étaient elles qui descendaient le plus bas; elles peuvent monter largement au-dessus de 2 000 m d'altitude, surtout la première que l'on rencontre encore abondamment vers 2 200 m. *Arcyptera fusca*, moins fréquent, prend ici des allures d'espèce de haute montagne : 9 captures sur 10 ont été faites au voisinage de 2 000 m, et plutôt au-dessus; on assiste ici à l'exagération de cette tendance qui commençait déjà à se montrer entre Maurienne et Romanche. Comme d'habitude, *Psophus stridulus* ne se montre guère qu'au voisinage des régions boisées, et ne dépasse pas 1 800 m. Des *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis* sont fréquents, jusqu'à 1 800 m également, surtout sur les versants exposés au Sud.

Deux espèces donnent une réelle individualité à la faune montagnarde de cette région : *Metrioptera brachyptera*, qui s'y trouve çà et là, au-dessous de 1 700 m, et qui est particulièrement abondante dans la vallée de la Guisane; elle remplace *Metrioptera saussuriana* qui n'y existe pas et s'arrête un peu au NW du col du Lautaret; et *Stenobothrus nigromaculatus*, commun dans toute la région à partir de 1 500 m et qui peut monter très haut. On a déjà vu que ces deux espèces existent, mais beaucoup plus rares, dans la vallée de la Romanche et aux environs, où il est fort possible qu'elles se soient introduites en franchissant le col du Lautaret.

Les espèces montagnardes franchement hygrophiles (*Chrysochraon dispar* et surtout *Euthystira brachyptera*) semblent manquer dans toute la région, de climat probablement trop sec pour elles; on ne les rencontre même pas dans les prairies marécageuses à *Mecostethus grossus*. C'est également un trait caractéristique, car on rencontre — quoique tout à fait exceptionnellement — *Euthystira* dans des chaînes plus méridionales.

Certaines espèces de basse altitude peuvent monter largement et se mélanger aux espèces montagnardes. Au premier rang viennent naturellement *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, le premier plus rare, le second plus fréquent; mais cette proportion a tendance à s'inverser à mesure que l'on s'élève; les deux espèces peuvent coexister. *Omocestus viridulus* existe çà et là, surtout dans les microclimats humides, et nous verrons plus tard qu'il devient encore plus abondant en haute montagne. Parmi les espèces des hautes régions qui s'aventurent souvent au-dessous de 2 000 m, on

ne peut citer qu'*Anonconotus alpinus* qui descend assez fréquemment jusqu'à 1 600 m, et *Podisma pedestris*, mais ce dernier uniquement dans la partie septentrionale de la zone envisagée. Le cortège des espèces thermophiles (*Calliptamus*, etc.) peut, dans des circonstances favorables, remonter jusqu'à 1 800 m d'altitude.

Voici un relevé bien représentatif de la zone montagnarde, effectué vers 1 600 m d'altitude auprès de Château-Queyras (relevé 658); c'est une bonne illustration de ce qui précède.

<i>Anonconotus alpinus</i>	1 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	3 %
<i>Stauroderus scalaris</i>	45 %	<i>Platycleis denticulata</i>	1 %
<i>Arcyptera fusca</i>	10 %	<i>Tetrix depressa</i>	5 %
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	3 %	<i>Tetrix bipunctata</i>	1 %
<i>Stenobothrus nigromaculatus</i> ...	9 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	1 %
<i>Omocestus hamorrhoidalis</i>	8 %	<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-</i>	
<i>Stenobothrus lineatus</i>	13 %	<i>mollis</i>	1 %

Les populations d'Orthoptères de l'étage montagnard donnent à ces régions du Briançonnais et du Queyras une certaine individualité, par la présence, souvent abondante, de certaines espèces par ailleurs peu communes (*Metrioptera brachyptera*, *Stenobothrus nigromaculatus*), et l'absence de certaines autres (principalement *Euthystira brachyptera*).

3° Les populations des hautes régions.

Elles occupent une surface importante, par suite du grand développement des pelouses alpines; leur faune, assez riche, est très intéressante. Elles n'existent à l'état typique qu'à partir de 2 200 m d'altitude environ, jusque vers 2 500 m; au-dessous, les espèces de haute montagne sont encore noyées dans celles de moyenne montagne; au-dessus, il n'y a plus de populations importantes et on ne rencontre que de rares individus isolés.

L'espèce la plus fréquente est *Anonconotus alpinus*, dont nous avons vu qu'elle pouvait descendre assez bas; elle monte également aux plus grandes altitudes où l'on observe des Orthoptères. *Aeropus sibiricus* est aussi très commun, mais seulement à partir de 2 000 m. *Podisma pedestris* présente une particularité curieuse : il n'existe pas dans le Queyras — du moins, il n'a été trouvé dans aucun des relevés, pourtant nombreux, consacrés à cette région; par contre, on le trouve dans le Briançonnais, de 1 600 m (altitude à laquelle il est rare) jusqu'à 2 400 m d'altitude; cette répartition particulière semble difficile à expliquer. *Podisma alpina* n'existe pas du tout dans cette région, trop sèche et trop méridionale pour lui convenir.

C'est uniquement sur les pelouses alpines très élevées, vers 2 400 ou 2 500 m, que vit *Melanoplus frigidus*, comme partout ailleurs,

dans des lieux froids et éventés. Dans les mêmes conditions se rencontre aussi le *Cophopodisma pedemontana*, élément d'originalité de cette région, seule en France à abriter cette espèce piémontaise de haute altitude totalement aptère, qui a dû y pénétrer par le col du Montgenèvre; on la trouve çà et là, toujours dans des régions proches de la frontière italienne. Les auteurs n'avaient jusqu'ici mentionné que deux localités françaises de cette rare espèce : le plateau de Gondran, près de Montgenèvre, et le col de l'Izoard; une prospection approfondie de la région a montré qu'on la trouvait jusqu'au-delà de Saint-Véran au Sud, jusqu'au-delà des cols du Galibier et des Rochilles au Nord; elle a franchi quelque peu ces derniers, venant certainement du SE; et son aire de répartition française s'étend ainsi à toute la partie de la région, objet de cette étude, bordant la frontière.

Myrmeleotettix maculatus est dans toute cette contrée une espèce typique de haute montagne, fréquente entre 2 000 et 2 400 m; on ne la trouve pas à des altitudes inférieures, contrairement à ce que l'on observe dans le massif du Pelvoux et les régions situées plus au Nord, entre la Maurienne et la Romanche.

Deux autres espèces, abondantes également sur les pelouses alpines, appartiennent franchement à la faune des Alpes méridionales : *Stenobothrus nigromaculatus*, déjà observé dans les montagnes dominant au Nord la vallée de la Romanche, existe dans la zone de moyenne altitude, et peut monter aussi haut qu'*Aeropus* ou *Melanoplus*; et *Crotalacris rubicundus* ne se trouve ici que dans les hautes régions; on la retrouve dans des conditions analogues dans les Basses-Alpes et les Alpes-Maritimes. Rappelons que ces deux espèces existaient déjà, rares et très localisées, dans les microclimats xérothermiques de la Haute Maurienne, à une altitude d'ailleurs inférieure.

Enfin, parmi les espèces de plaine qui se rencontrent jusqu'à ces altitudes très élevées, il faut citer surtout les ubiquistes *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*; comme d'habitude, le premier semble plus à l'aise dans cette zone où on le trouve fréquemment jusqu'à 2 400 m, alors que le second est nettement moins courant et remonte moins haut. Mentionnons aussi *Omocestus viridulus* qui fait partie, lui aussi de façon courante, de la faune de la zone alpine.

Voici un exemple très typique de relevé de ce genre, pris en Queyras, à la chapelle de Clouzis, au-dessus de Saint-Véran, à 2 400 m d'altitude (relevé 656) :

<i>Aeropus sibiricus</i>	51 %	<i>Anonconotus alpinus</i>	26 %
<i>Melanoplus frigidus</i>	5 %	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i> ...	5 %
<i>Cophopodisma pedemontana</i>	10 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	3 %

L'étude des populations des hautes régions confirme donc les affinités méridionales de la faune des Orthoptères, par la présence ou l'absence de diverses espèces. L'existence de *Cophopodisma pedemontana* lui donne un cachet particulier.

Conclusion.

Le Briançonnais et le Queyras possèdent de très intéressantes faunes d'Orthoptères dont l'étude met en évidence quelques caractères dignes de remarque :

1° Ces deux régions méritent bien d'être étudiées en même temps, car elles composent un ensemble très homogène; il est même difficile de mettre en évidence sur cette surface, pourtant assez étendue, des gradients de fréquence ou seulement de répartition altitudinale chez les espèces. Une seule différence, qui n'a pu d'ailleurs être expliquée, les sépare : la présence de *Podisma pedestris* dans le Briançonnais, son absence dans le Queyras; il est évidemment possible qu'une prospection plus approfondie permettrait peut-être la découverte dans cette dernière région de cette espèce, par ailleurs si commune en haute ou moyenne montagne dans toutes les régions limitrophes, car il n'est guère possible d'affirmer catégoriquement l'absence d'une espèce quelque part, uniquement parce qu'on ne l'y a jamais rencontrée; toutefois, si elle y existe, elle doit être fort rare et localisée.

2° Ces montagnes appartiennent nettement aux Alpes du Sud par leur faune. Les *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* sont en effet plus fréquents et plus abondants partout que les *Chorthippus longicornis*; dans les régions basses, *Euchorthippus declivus* commence à jouer un certain rôle dans les populations. En moyenne montagne, l'absence d'*Euthystira brachyptera* et de *Metrioptera saussuriana*, l'existence en nombre de *Stenobothrus nigromaculatus* et de *Metrioptera brachyptera* renforcent ces présomptions. Celles-ci sont corroborées par la faune des hautes régions où *Podisma alpina* n'existe pas, où l'on trouve souvent *Crotalacris rubicundus* et où *Anonconotus alpinus* devient l'espèce principale. Cependant, les Alpes septentrionales ne sont pas loin et l'on doit à leur proximité une proportion encore assez forte de *Chorthippus longicornis* qui diminuera plus au Sud.

3° Les affinités de la faune de cette région avec celles de contrées plus orientales ne sont pas douteuses. La présence de *Cophopodisma pedemontana* est particulièrement significative à cet égard; il a été dit plus haut que l'aire de répartition de cette espèce si caractéristique s'était avérée bien plus vaste en France que ne le laissaient supposer les captures des auteurs anciens; cette aire s'est-elle étendue depuis leurs prospections? Il est plus naturel de penser que c'est uniquement à cause de recherches plus approfondies et plus largement réparties que ce résultat est apparu.

Bien des auteurs rapportent de ces régions des captures d'une autre espèce italienne, *Anonconotus apenninigenus*. Si des *Anonconotus* y existent en abondance, il n'apparaît aucune différence entre ceux-ci et les *Anonconotus alpinus* que l'on trouve un peu partout dans les

Alpes, et il est permis de se demander si *Anonconotus apenninigenus* existe bien en France ou si cette espèce est réellement valable.

Malgré des recherches approfondies sur les lieux mêmes où J. AZAM avait découvert *Glyptobothrus pullus*, espèce de l'Europe orientale qui n'existe en France que dans le Queyras, il a été impossible de la retrouver. Il est possible que cette espèce ait disparu, mais, une fois encore, il est présomptueux d'affirmer son absence parce qu'on ne l'a pas vue.

La richesse de la faune d'Orthoptères de cette région est assez grande, mais inférieure par exemple à celle de la région située entre Maurienne et Romanche; bien des espèces septentrionales n'y pénètrent pas, si certaines autres remontent du Sud. L'endémisme y est en principe représenté par *Omocestus montivagus*, décrit du Queyras par AZAM; la valeur de cette espèce du groupe *hæmorrhoidalis* paraît bien douteuse si l'on examine les types et les grandes séries récoltées par CHOPARD ou nous-même, près de Saint-Véran; celles-ci ne diffèrent pas de celles qu'on peut trouver un peu partout dans les Alpes.

Telle est cette région, à l'extrême pointe nord des Alpes méridionales et laissant apparaître d'incontestables influences italiennes. Il est intéressant de signaler que celles-ci se sont exercées sans aucun doute par l'intermédiaire du col du Montgenèvre, qui a joué ici le rôle d'une grande voie de passage, à une altitude acceptable (1 854 m). C'est un des principaux intérêts de cette étude que d'en souligner l'existence.

IV. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DES RÉGIONS DE L'UBAYE ET DE L'EMBRUNAIS

On a été amené à réunir en un ensemble unique les territoires, à cheval sur les départements des Hautes-Alpes et des Basses-Alpes, formés par le bassin de l'Ubaye dans sa totalité et la vallée de la Durance depuis Guillestre jusqu'à son confluent avec l'Ubaye, ainsi que les montagnes avoisinantes, entre autres celles qui entourent Orcières, au sud du massif du Pelvoux dont elles forment la couverture sédimentaire.

Les contrastes les plus vifs s'y font jour, depuis les massifs de Chambeyron atteignant 3 400 m et porteurs de glaciers à l'Est, jusqu'à la vallée de la Durance, descendant jusqu'à 700 m à l'Ouest, dont le climat et la végétation sont d'allure tout à fait méridionale. A des altitudes analogues, on peut trouver, à peu de distance, la sombre et épaisse forêt de Boscodon près de Savines, formée de toutes sortes d'arbres, depuis le chêne pubescent jusqu'au hêtre et au mélèze, et les « roubines », dépôts de terres noires formées de marnes appartenant à différents étages géologiques, se délitant constamment et donnant au paysage un aspect sec et désolé très caractéristique.

D'une façon générale d'ailleurs, le pays n'est pas très boisé et les populations d'Orthoptères peuvent s'y développer sans entrave, des basses vallées jusqu'aux sommets les plus élevés. L'altitude est en gros décroissante de l'Est vers l'Ouest, depuis le massif de Chambeyron (3 400 m) en passant par les massifs du Grand Parpaillon, de la Grande Séolane, de Chabrières, du Mourre-Froid et de Soleil-Bœuf, pour se heurter avec le massif de Piolit aux chaînes subalpines de l'Aurouze et de Céüse, déjà étudiées.

A ce gradient altitudinal se superpose un gradient climatique; ici, les différences de faune n'apparaissent pas tellement sur une ligne N-S, qu'E-W. De plus, les chaînes subalpines, basses à cet endroit, ne créent pas un écran protecteur des pluies d'ouest aussi marqué qu'en d'autres points de la chaîne, et l'ensemble de la région considérée jouit d'un climat assez uniforme, mises à part évidemment les différences dues à l'altitude qui se manifestent ici avec une netteté particulière.

Cette région appartient nettement aux Alpes du Sud, surtout par les populations de ses basses vallées; toutefois, cette appartenance se manifeste également par quelques rares caractères, dans les populations des régions plus élevées.

1° Les populations de basse altitude.

C'est principalement dans les vallées même de la Durance et de l'Ubaye, ainsi que dans les parties les plus basses des massifs avoisinants, que l'on rencontre des populations dépourvues ou presque d'espèces montagnardes. Ces basses vallées ont sur leur plus grande surface une altitude inférieure à 1 000 m, et leurs conditions se rapprochent beaucoup de celles que l'on trouve en Haute Provence; elles sont assez chaudes et sèches pour abriter des populations de plaine jusqu'à une altitude voisine de 1 500 m, sur une grande partie du territoire envisagé, limite pouvant tomber vers 1 200 m dans les régions les plus septentrionales (massifs du Mourre-Froid et de Soleil-Bœuf, au nord de la Durance). On constate en somme, d'une façon générale, surtout au sud de la Durance, que le climat favorise la montée de populations de plaine jusqu'à une altitude élevée.

Une mention spéciale doit être réservée aux *roubines* de terres noires marneuses, très sèches, et dont la couleur foncée rend très élevée la température au sol, par temps clair, fréquent en été dans ces vallées très ensoleillées où la pluie ne tombe que par orages brefs et violents. Leur faune est souvent composée des espèces du complexe thermophile; ce sont principalement *Calliptamus italicus*, *Ædipoda cærulescens*, *Ædipoda germanica*, *Sphingonotus cærulans*, *Ædaleus decorus*; il s'y ajoute parfois, mais en petit nombre, des espèces encore plus thermophiles mais moins mobiles (*Æcanthus pellucens*, etc.), des *Platycleis* (*P. denticulata*, *P. tessellata*). Les espèces

banales telles que *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, *Euchorthippus declivus*, bien qu'assez thermophiles, ne s'y trouvent guère que quand le sol est colonisé par une végétation déjà abondante. Le grand caractère de cette faune, qui frappe immédiatement lorsqu'on s'y aventure, est d'être composée principalement d'espèces très mobiles, au vol facile et prolongé.

Sur un sol plus riche, à végétation importante, le complexe thermophile forme encore une partie importante de la faune; mais on y trouve aussi en abondance les espèces ubiquistes communes partout : *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, *Chorthippus albomarginatus*, *Chorthippus dorsatus* et *Euchorthippus declivus*. Il s'ajoute fréquemment, dans ce secteur, les *Omocestus* thermophiles du groupe *haemorrhoidalis*; les *Platycleis* déjà cités y sont abondants, ainsi que *Metrioptera bicolor*. Enfin, dans quelques endroits particulièrement mal exposés et humides, *Chorthippus longicornis* fait une apparition timide, notamment dans la vallée au nord de Vars, orientée au Nord, et dans les parties les plus septentrionales de la région bordant le massif du Pelvoux, au voisinage d'Orcières, subissant déjà l'influence du climat un peu plus froid de ce massif. Il y a du reste une nette corrélation entre la présence du *Chorthippus longicornis* et la descente des espèces montagnardes à une altitude plus faible que dans le reste de ce territoire. Il n'en reste pas moins vrai que presque partout, les populations franchement thermophiles sont de règle.

Les espèces montagnardes qui se hasardent le plus bas, et se rencontrent parfois en petite quantité dans la faune des basses vallées, sont surtout *Stauroderus scalaris*, dans les endroits assez secs, rarement au-dessous de 1 500 m, *Arcyptera fusca* et *Glyptobothrus apricarius* parfois plus bas, en mélange dans les populations à *Chorthippus longicornis* de tendance hygrophile. Enfin, *Psophus stridulus* peut faire de même au voisinage des lieux boisés.

Cette faune des basses régions est donc riche, par suite de la prédominance des lieux chauds et secs où les Orthoptères sont nombreux; les espèces franchement méditerranéennes n'y pénètrent guère, mais les espèces thermophiles sont assez nombreuses. Les endroits plus frais ont une faune bien plus pauvre, mais la descente des espèces montagnardes, plus facile, compense dans une certaine mesure cette pauvreté à altitude égale.

2° Les populations de moyenne altitude.

A partir de 1 200 m autour d'Orcières, de 1 500 m ailleurs, les espèces montagnardes commencent à apparaître et deviennent très vite prépondérantes; la transition entre ces deux types de population est rapide. On continue à trouver assez haut des espèces de plaine, mais elles diminuent vite d'importance; *Euchorthippus declivus* est celle

qui cède le plus tôt et on ne la trouve pas au-dessus de 1 600 m; son caractère quasi méridional s'affirme ainsi une fois de plus. *Chorthippus albomarginatus* et *Ch. dorsatus* disparaissent presque aussi vite, vers 1 700 m. *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* résiste très bien à l'altitude dans ces régions déjà méridionales, et il n'est pas rare de le rencontrer jusqu'à 2 200 m, en présence des espèces de haute montagne. Enfin, *Chorthippus longicornis* est plus fréquent dans cette zone où il rencontre assez facilement des microclimats favorables, que dans la zone inférieure; on le trouve surtout vers 2 000 m, près de Larche, au voisinage des cols d'Allos et de Vars par exemple.

Plusieurs autres espèces assez ubiquistes, comme *Omocestus haemorrhoidalis*, *Stenobothrus lineatus*, *Omocestus viridulus*, se trouvent souvent dans cette zone; elles remontent même bien plus haut et on les rencontrera aussi dans les hautes régions.

Les espèces montagnardes sont assez banales. Il n'est pas rare de trouver, dans des microclimats plutôt humides, des espèces franchement hygrophiles comme *Euthystira brachyptera*, dont c'est presque la limite sud dans les Alpes françaises; on y rencontre aussi *Metrioptera brachyptera*, qui ne se trouve guère non plus dans des régions plus méridionales, et *Mecostethus grossus* dans les zones marécageuses; *Glyptobothrus apricarius*, moins hygrophile, ne fréquente cependant qu'en petit nombre les endroits secs. *Arcyptera fusca*, *Stauroderus scalaris* surtout se rencontrent à peu près partout, le premier pouvant monter plus haut. Enfin, les espèces de haute montagne s'aventurent très rarement au-dessous de 2 000 m, sauf parfois *Anonconotus alpinus*.

Voici un exemple de population de microclimat humide, prélevé sur le versant sud du col de Vars, vers 1 850 m d'altitude, dans une prairie de hautes herbes, parcourue par un ruisseau (relevé 708).

<i>Stauroderus scalaris</i>	49 %	<i>Stenobothrus lineatus</i>	5 %
<i>Arcyptera fusca</i>	3 %	<i>Omocestus viridulus</i>	1 %
<i>Psophus stridulus</i>	1 %	<i>Mecostethus grossus</i>	11 %
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	25 %	<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-</i>	
<i>Euthystira brachyptera</i>	1 %	<i>mollis</i>	4 %

Au voisinage du ruisseau, des parties plus élevées, garnies de hautes herbes et assez sèches, étaient principalement fréquentées par *Stauroderus scalaris*, plutôt thermophile, ce qui explique l'importante proportion de cette espèce, parmi d'autres à tendances nettement hygrophiles; celles-ci restaient confinées au voisinage de l'eau, certaines même, comme le *Mecostethus*, ne s'en écartant absolument pas.

La zone montagnarde de cette région est fortement décalée vers les hautes altitudes; malgré sa situation très méridionale, aux confins des Alpes-Maritimes, on n'y trouve aucune espèce oro-méditerranéenne et sa faune est très banale; elle forme un contraste prononcé avec les basses régions d'affinités résolument thermophiles.

3° Les populations des hautes régions.

Dans l'Ubaye et l'Embrunais, de même que les populations de basse altitude s'avancent presque partout au voisinage de 1 500 m, on constate que les espèces montagnardes s'aventurent très haut; si à partir de 2 000 m la présence d'*Aeropus sibiricus* est la règle, montrant ainsi le début des populations des hautes régions, sa proportion ainsi que celle des espèces d'écologie analogue ne devient prépondérante que plus haut. Les populations formées uniquement d'espèces alpines ne se rencontrent guère qu'à partir de 2 300 m.

Il n'est pas rare, nous l'avons vu, que certaines espèces ubiquistes de plaine montent jusqu'à 2 000 m et plus; *Chorthippus longicornis* se rencontre à 2 000 m, en présence d'*Aeropus*, au col de Larche et près du col d'Allos par exemple; contrairement à ce qui se passe dans les Alpes du Nord, *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* peut se trouver encore plus haut, par exemple à 2 200 m dans le vallon de Posterle, dans le massif du Grand Parpaillon; ce résultat est intéressant pour l'écologie comparée des deux espèces, et met bien l'accent sur les différences de conditions que l'on rencontre dans les Alpes du Nord et dans des massifs comme ceux-ci, nettement situés dans le domaine des Alpes du Sud, mais pas encore exposés directement à l'influence méditerranéenne.

En dehors de ces deux espèces très communes partout, *Stenobothrus lineatus* et *Omocestus viridulus* font preuve, une fois de plus, de leur grande résistance à l'altitude, en jouant un rôle non négligeable dans les populations des hautes régions. Les *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis* montent parfois sporadiquement au-dessus de 2 000 m, dans les microclimats assez chauds; c'est aussi le cas d'*Ædipoda germanica*, dont l'exigence principale semble être avant tout une température du sol assez élevée.

En ce qui concerne les espèces montagnardes, *Glyptobothrus apriarius* s'arrête à 2 000 m, à la limite inférieure d'*Aeropus*, et on ne les rencontre ensemble que sur de faibles surfaces. *Psophus stridulus* remonte parfois aussi dans les hautes régions, mais très sporadiquement, par individus erratiques. Les deux espèces montagnardes vraiment abondantes à haute altitude sont *Stauroderus scalaris* et *Arcyptera fusca*, soit qu'elles coexistent, ce qui est le cas le plus courant, soit que l'une remplace entièrement l'autre; elles sont toutes deux à peu près aussi à l'aise en haute montagne dans cette région et s'arrêtent vers 2 300 m d'altitude.

La faune propre aux hautes régions est pauvre. En dehors d'*Aeropus sibiricus* qui existe à peu près partout à partir de 2 000 m, les constituants fréquents de ces populations sont uniquement *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus*, très rares au-dessous de 2 000 m, et qui montent jusque vers 2 500 m. A part cela, *Myrmeleotettix maculatus*

joue ici, comme dans bien d'autres régions, le rôle d'une espèce alpine, se trouvant en petit nombre dans certains endroits froids et éventés — près du col de Larche, près du refuge de Chambeyron —, sinon près des crêtes. Enfin, une espèce très rare complète le tableau : il s'agit d'*Aeropedellus variegatus*, trouvée en nombre au-dessus de ce même refuge, dans le massif de Chambeyron; c'est l'espèce que nous avons vu monter le plus haut dans les Alpes françaises, puisqu'elle a été rencontrée exclusivement au-dessus de 2 500 m et jusqu'à 2 800 m, près du lac des Neuf-Couleurs. Elle vit là sur des pelouses maigres,

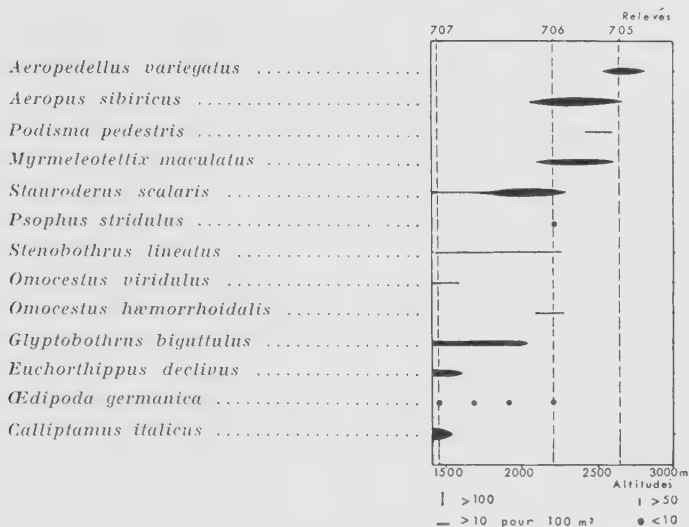


FIG. 24. — Variation de densité des différentes espèces d'Orthoptères, en montant de Saint-Paul-sur-Ubaye (1 400 m) vers le lac des Neuf-Couleurs (environ 2 800 m). La largeur de la bande symbolise la densité de l'espèce correspondante, suivant les indications données en bas du graphique, en nombre d'individus pour 100 m².

ne recouvrant même pas la moitié de la surface du sol, alors qu'*Aeropus sibiricus* s'arrête au-dessous de 2 700 m. A cette altitude, les *Aeropedellus* vivent par petits groupes assez isolés, au milieu de vastes espaces déserts, et leur densité générale est très faible.

Une étude détaillée a pu être faite dans le massif de Chambeyron, de façon à préciser la répartition altitudinale de chaque espèce, en montant de Saint-Paul-sur-Ubaye (1 400 m) jusqu'au lac des Neuf-Couleurs, à près de 3 000 m, en passant par Fouillouze (1 890 m) et le refuge de Chambeyron (2 640 m). La figure 24 montre bien le domaine restreint des espèces alpines, où rentre clairement le *Myrmeleotettix maculatus*, et la position extrêmement élevée de l'*Aeropedellus variegatus*, dépassant largement l'*Aeropus*. Malheureusement, cette région est assez pauvre en espèces et l'on n'y rencontre pas, par exemple, *Anonconotus alpinus*, *Arcyptera fusca*, *Glyptobothrus*

apricarius, dont la comparaison des limites de répartition aurait été intéressante.

Pour terminer, voici un exemple d'une population élevée (2 200 m) prise à la cabane du Razis, dans le vallon de Posterle (massif du Grand Parpaillon), sur une prairie poussant sur les schistes et grès du flysch :

<i>Aeropus sibiricus</i>	22 %	<i>Omocestus viridulus</i>	2 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	22 %	<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-</i>	
<i>Stauroderus scalaris</i>	32 %	<i>mollis</i>	20 %
<i>Arcyptera fusca</i>	2 %		

Ce relevé montre bien l'intense pénétration des espèces montagnardes — un peu plus haut la proportion d'*Arcyptera* augmentait d'ailleurs beaucoup —, et même d'espèces de plaine à des altitudes pourtant très élevées.

Conclusion.

Les régions de l'Ubaye et de l'Embrunais offrent un caractère assez particulier; leur appartenance au domaine des Alpes du Sud n'est pas douteuse; elle se manifeste principalement par plusieurs caractères :

— la pénétration de nombreuses espèces à des altitudes élevées par rapport à l'ensemble des Alpes; on assiste ainsi au début de la zone montagnarde à 1 500 m seulement, et à l'apparition de populations homogènes de haute montagne à partir de 2 300 m seulement;

— la présence fréquente, dans les basses régions, d'*Euchorthippus declivus*, espèce des Alpes méridionales, et dans la zone alpine d'*Aeropedellus variegatus*, espèce fort rare, ne se trouvant que dans les Alpes du Sud; dans une moindre mesure, la présence de *Metrioptera brachyptera*, commun surtout dans le Briançonnais et le Queyras;

— l'aspect très thermophile des populations des basses vallées, riches en *Edipodinae*, *Calliptamus* et autres espèces d'écologie analogue.

Toutefois, la séparation totale de la faune de cette région avec celle de l'extrême Sud des Alpes (Ventoux-Lure, Basses-Alpes, Alpes-Maritimes) est manifeste; on n'y rencontre aucune de ces espèces oroméditerranéennes qui jouent un si grand rôle dans ces trois régions (*Glyptobothrus saulcyi daimeï*, *Ephippiger bormansi*, *E. terrestris minor*...). La faune de l'Ubaye-Embrunais est extrêmement semblable à celle de la masse principale de la chaîne alpine dont elle fait partie intégrante; elle n'en diffère que par sa répartition altitudinale.

Les massifs de l'Embrunais, situés au nord de la Durance, forment d'ailleurs un lien très étroit avec les Alpes du Nord, et on hésite à classer leur faune parmi celles-ci; les espèces sont en effet les mêmes, et la répartition altitudinale se rapproche de celle qu'on trouve dans le massif du Pelvoux, tout proche.

Ces caractères mènent à assigner à la région de l'Ubaye-Embrunais une position assez spéciale : rattachée de façon étroite à la masse des chaînes alpines situées plus au Nord, elle en constitue le prolongement direct, et non un ensemble différent comme les massifs situés plus au Sud où interviennent des éléments faunistiques particuliers. La seule différence se fait surtout par soustraction : bien des espèces, plus ou moins caractéristiques de la partie nord des Alpes, ont ici disparu, et l'on peut dire que la faune de cette région, peu variée, est nettement appauvrie par rapport aux régions plus septentrionales, sauf un peu en ce qui concerne la faune thermophile des basses régions.

D'ailleurs, vers l'Est de ce pays — la zone la plus élevée —, au voisinage du col de Larche, commence à se manifester une certaine action, bien moindre d'ailleurs que dans les Alpes-Maritimes, du régime des vents pluvieux venus du SE, du golfe de Gênes, et qui explique conjointement à l'altitude plus élevée de la partie orientale de la région, l'existence d'une faune un peu plus hygrophile, plus riche par exemple en *Chorthippus longicornis* que la partie ouest.

Le contraste est d'ailleurs grand entre les faunes de la partie occidentale plus basse, surtout formées d'éléments thermophiles appauvris, mais encore très variés, et les faunes de la partie orientale plus haute, surtout montagnardes et alpines, plus hygrophiles et dont on a l'impression qu'elles forment un prolongement appauvri des faunes des Alpes du Nord, la disparition de nombreuses espèces septentrionales n'étant pas compensée par l'apparition d'espèces oroméditerranéennes. Tout cela forme une région à caractères contradictoires, qui prend sans doute place dans les Alpes du Sud, mais que des caractères qu'on ne peut négliger rapprochent paradoxalement des Alpes du Nord.

V. — LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES DES BASSES-ALPES

La région envisagée dans cette étude comprend la majorité du département des Basses-Alpes, exception faite de deux parties importantes : la montagne de Lure à l'Ouest, étudiée avec le Mont Ventoux, et le bassin de l'Ubaye à l'Est, étudié avec les montagnes qui avoisinent Embrun, auxquelles il se rattache assez naturellement.

Telle quelle, cette région comprend vers l'Est, près des Alpes-Maritimes, des montagnes assez élevées : massifs de la Grande Séolane, des Trois Evéchés, de Denjuan, du Grand Coyer, culminant à 3 053 m au Mont Pelat ; c'est la région d'Allos. Quand on se déplace vers le Sud et l'Ouest, l'altitude baisse vite et dépasse peu 2 000 m ; une grande partie de la surface considérée ne contient pas de faune des hautes régions proprement dites ; celle-ci est surtout confinée à l'Est.

Les terrains sont variés, mais ne comportent pas de cristallin; toutes les gammes de grès, argiles, marnes et calcaires y sont représentées avec une prédominance de ces derniers. Le sol a une grande influence sur la végétation; les calcaires, plus secs, sont fréquemment très arides dans leurs parties hautes et couverts dans leurs parties basses de garrigues très méridionales. Les marnes, plus riches, sont fréquemment couvertes de forêts de hêtres, facilement dégradées en landes à buis, de pins sylvestres et de mélèzes dans les endroits élevés. Au-dessus, elles forment souvent de riches pelouses, parfois assez humides vers la région d'Allos, où l'altitude plus élevée joint ses effets à ceux de l'influence débutante des vents humides du golfe de Gênes, que nous verrons prédominer dans les Alpes-Maritimes.

Aussi, malgré un caractère méridional bien marqué, quasi méditerranéen dans le Sud des Basses-Alpes, certaines chaînes possèdent-elles un climat presque humide, surtout dans leurs parties élevées, et ce contraste, souvent rapide, sera intéressant à étudier. Le développement des forêts, assez faible, n'entrave pas celui des populations d'Orthoptères, qui ne sont absentes que des sols calcaires presque nus.

1° Les populations de basse altitude.

Dans le Nord du territoire considéré, ces populations sont concentrées dans quelques vallées, dont les principales sont celles de la Durance, du Bès, de la Bléone et du Verdon; dans le Sud, au contraire, en bordure du département du Var, l'altitude générale s'abaisse, et les massifs, bien moins élevés, abritent partout des populations sans caractère montagnard. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les espèces d'altitude descendent assez bas dans ces régions pourtant méridionales, et ce n'est guère que jusqu'à 1 000 m, 1 200 m au maximum que les populations sont purement formées d'espèces de plaine.

Presque toujours, à ces basses altitudes, le climat chaud et sec rappelle beaucoup celui de la Provence, et les populations d'Orthoptères possèdent un caractère méridional très marqué. Comme espèces fondamentales, le *Chorthippus longicornis* est très rare, quasi absent, sauf en quelques points jouissant d'un microclimat tout à fait particulier (vallées basses, très encaissées donc peu ensoleillées, sur le flanc exposé au Nord, sol assez imperméable et humide). Au contraire, le *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* est extrêmement fréquent et forme le plus souvent le fond de la population avec *Euchorthippus declivus*, espèce des Alpes du Sud qui est ici bien à sa place.

Avec ces deux dernières espèces, un important cortège d'espèces thermophiles forme souvent une bonne partie de la population; certaines, banales dans une grande partie des Alpes, comme *Calliptamus*

italicus, *Ædipoda cœrulescens*, *Ædipoda germanica*, *Platycleis denticulata* auxquelles s'ajoutent *Sphingonotus cœrulus*, *Edaleus decorus*, *Ecanthus pellucens*, déjà d'affinités plus méridionales. A mesure qu'on descend dans les vallées et qu'on s'avance vers le Sud apparaissent des espèces de plus en plus méditerranéennes comme *Tylopsis liliifolia* et bien d'autres, que l'appartenance stricte à la faune du bassin méditerranéen fait sortir du cadre de cette étude.

Si l'on présente les choses en sens inverse, on peut dire que la faune très méridionale du département du Var s'appauvrit progressivement à mesure qu'on s'avance vers le Nord et qu'on s'élève en altitude. Aux environs de 1 000 m, elle ne présente pas encore d'espèces d'altitude et a le caractère d'une faune méditerranéenne appauvrie par la disparition des formes trop strictement thermophiles.

2° Les populations de l'étage montagnard.

A partir de 1 000 m d'altitude environ, commencent à apparaître les espèces montagnardes, et ce n'est guère que vers 2 000 m que la venue des espèces alpines donne un nouveau caractère aux populations. Entre ces deux limites s'étend le domaine montagnard, assez varié dans les Basses-Alpes. C'est là que la différence des terrains et de la végétation produit la plus grande diversité de microclimats; celle-ci, moins prononcée certes que dans les Alpes septentrionales, n'en est pas moins très sensible.

Vers le Nord et l'Est du département, les lieux assez humides, bien arrosés, sur un sol assez imperméable et exposés au Nord, ne sont pas rares. La faune y est généralement riche et variée; voici un exemple d'une telle population, pris au col de Maure, près de Seyne-les-Alpes, à 1 347 m d'altitude, sur une prairie composée surtout de Graminées (relevé 682) :

<i>Podisma pedestris</i>	9 %	<i>Stenobothrus lineatus</i>	9 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	11 %	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i> ...	4 %
<i>Stauroderus scalaris</i>	8 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	3 %
<i>Arcyptera fusca</i>	18 %	<i>Ephippiger terrestris minor</i>	3 %
<i>Glyptobothrus apicarius</i>	18 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	2 %
<i>Euthystira brachyptera</i>	9 %	<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-</i>	
<i>Psophus stridulus</i>	3 %	<i>mollis</i>	3 %

Cette population est composée pour plus de la moitié d'espèces montagnardes, malgré la faible altitude; on y trouve une *très faible proportion d'espèces de plaine*, et c'est là un caractère assez général qu'on ne s'attendrait pas à trouver dans des montagnes aussi méridionales; parmi celles-ci, la présence de *Chorthippus longicornis*, rare dans le Sud, indique un microclimat assez humide. Les espèces de moyenne montagne sont banales et ubiquistes dans les Alpes; la

présence d'*Euthystira brachyptera* étonne sous une latitude aussi basse et corrobore l'idée d'une population plutôt hygrophile, encore confirmée par la prédominance d'*Arcyptera fusca* sur *Stauroderus scalaris*. *Psophus stridulus* est souvent assez abondant et peut s'éloigner des endroits boisés : quelques buissons lui suffisent.

Trois espèces donnent au relevé un caractère méridional : *Ephippiger terrestris minor*, forme spéciale aux montagnes de l'extrême Sud des Alpes, l'abondance de l'ubiquiste *Stenobothrus lineatus* qui ne manque presque jamais dans ces régions vers cette altitude et, enfin, *Stenobothrus nigromaculatus*, rarissime dans les Alpes du Nord, très fréquent au contraire dans la zone montagnarde des Alpes du Sud.

Enfin, notons à cette faible altitude la présence des espèces alpines *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus*; ces deux espèces descendent volontiers dans les Basses-Alpes au-dessous de 1 500 m, comme on l'a déjà constaté dans la chaîne Ventoux-Lure. Même sur ces montagnes de faible altitude, il existe donc une faune alpine qui existe peut-être à l'état de relique, ou se trouve favorisée par des circonstances de milieu difficiles à préciser.

Assez différent sera le relevé 318, en microclimat sec, exposé au Sud, à 1 700 m, sur les crêtes de Chine, près de Barles :

<i>Anonconotus alpinus</i>	6 %	<i>Stenobothrus nigromaculatus</i> ...	32 %
<i>Stauroderus scalaris</i>	29 %	<i>Omocestus hæmorrhoidalis</i>	3 %
<i>Arcyptera fusca</i>	4 %	<i>Ephippiger terrestris minor</i>	4 %
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	2 %	<i>Platycleis denticulata</i>	3 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	14 %	<i>Platycleis tessellata</i>	3 %

En raison de l'altitude plus élevée, les espèces ubiquistes de plaine ont complètement disparu; les *Platycleis* ont une affinité nettement thermophile, surtout *Pl. tessellata*, de même que les *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis*. On retrouve toujours *Stenobothrus lineatus*, et *St. nigromaculatus* semble nettement favorisé par un milieu plus sec; plus d'*Euthystira brachyptera*, très peu d'*Arcyptera* et de *Glyptobothrus apricarius*; c'est maintenant le *Stauroderus scalaris*, plus xérophile, qui domine; enfin, les espèces alpines sont représentées par *Anonconotus alpinus*.

Si l'on s'avance vers le Sud, le milieu devient généralement plus sec et l'altitude baisse. Mais en dehors de cela, pour des causes purement géographiques, semble-t-il, indépendantes des microclimats, on voit apparaître quelques espèces de moyenne montagne appartenant typiquement à l'extrême Sud des Alpes, encore plus qu'*Ephippiger terrestris minor*. C'est le cas de *Glyptobothrus saulcyi daimei*, *Ephippiger bormansi*, endémiques des Alpes méridionales au bord de la Méditerranée, et de *Pholidoptera chabrieri*, dont la distribution, plus large, longe toute la côte de l'Espagne à la Grèce. Il s'agit de formes d'origine méditerranéenne qui se sont adaptées à la zone montagnarde, de ce que les botanistes appelleraient oro-méditerranéennes. On trouve en particulier ces trois espèces au col de la Cine, à 1 500 m d'altitude,

ou au-dessous, où AZAM avait déjà signalé les deux premières, ainsi que dans le reste de la montagne du Cheval Blanc, à l'est de Digne (relevé 717).

En résumé, la zone montagnarde est la plus intéressante des Basses-Alpes. La variété des microclimats, plus grande que dans les deux zones extrêmes, y permet la pénétration des éléments de plusieurs faunes différentes : faune médio-européenne banale, faune méditerranéenne typique — qui ne remonte d'ailleurs qu'exceptionnellement —, faune montagnarde de l'ensemble des Alpes, avec même des éléments hygrophiles comme *Euthystira brachyptera*, et faune oroméditerranéenne riche en endémiques. La descente facile de quelques espèces des hautes régions dans la zone montagnarde augmente encore la richesse de la faune, due à la position géographique des Basses-Alpes qui se présentent comme un pays de transition.

3° Les populations de l'étage subalpin.

Ce n'est guère que vers le NE de la région envisagée, au voisinage du col d'Allos et des chaînes qui l'entourent, que l'on peut trouver des populations de hautes régions bien développées; ces montagnes sont d'ailleurs proches des Alpes-Maritimes du Nord et présentent de grandes analogies avec elles, surtout grâce à l'humidité plus prononcée que dans le reste des Basses-Alpes.

Voici un exemple pris au col d'Allos même, à 2 250 m d'altitude, sur une pelouse alpine de sol acide (grès du flysch), dont la végétation rappelle tout à fait celle que l'on trouve dans les massifs cristallins externes (Mont Blanc ou Pelvoux par exemple); l'humidité y est moyenne et le sol assez plat ne présente pas de pente bien marquée (relevé 322) :

<i>Aeropus sibiricus</i>	42 %	<i>Stenobothrus lineatus</i>	4 %
<i>Podisma pedestris</i>	5 %	<i>Omocestus viridulus</i>	16 %
<i>Stauroderus scalaris</i>	7 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	7 %
<i>Arcyptera fusca</i>	19 %		

Les espèces de hautes régions — *Aeropus* et *Podisma* — ne forment que la moitié de la population environ, et le reste est composé d'espèces de moyenne montagne — surtout *Arcyptera fusca* —, du *Stenobothrus lineatus*, dont a déjà signalé la très large répartition dans ce domaine à partir d'une certaine altitude et, enfin, d'*Omocestus viridulus* qui se montre souvent à l'aise en haute montagne.

Dans des endroits voisins, d'autres espèces peuvent compléter ou remplacer certaines de celles de ce relevé assez pauvre : *Anonconotus alpinus* est fréquent, mais complète, avec *Aeropus sibiricus* et *Podisma pedestris*, la courte liste des espèces de haute montagne de ce terri-

toire. Parmi celles de moyenne montagne, celles qui remontent le plus dans les hautes régions, en dehors d'*Arcyptera fusca*, sont *Glyptobothrus apricarius* et, beaucoup plus rarement, *Euthystira brachyptera*, surtout dans les lieux humides.

Il est intéressant de constater à quel point ce relevé se rapproche d'une population des hautes régions des Alpes septentrionales. La faune est d'une parfaite banalité et l'on ne trouve aucune espèce oro-méditerranéenne — elles ne remontent pas jusqu'à ces altitudes élevées —, ni aucune espèce des hautes régions des Alpes méridionales, pas même *Crotalacris rubicundus* qui se rencontre pourtant fréquemment au nord des Alpes-Maritimes, à très peu de distance de là. *Aeropedellus variegatus*, signalé par AZAM au lac d'Allos, n'y a pas été retrouvé, mais doit probablement exister dans les prairies situées au-dessus, car nous l'avons découvert dans la région voisine de l'Ubaye, dans le massif de Chambeyron. Enfin, *Melanoplus frigidus*, espèce localisée dans les hautes régions, arrête son aire d'extension plus au Nord, et l'on ne trouve pas sur les crêtes le *Myrmeleotettix maculatus* qui les fréquente pourtant volontiers, même dans les Alpes du Sud. Il est donc intéressant de comparer la pauvreté de la haute montagne dans les Basses-Alpes avec la richesse de sa faune de moyenne montagne.

Conclusion.

Le principal caractère de cette région des Basses-Alpes est sa proximité de la zone méditerranéenne qui en fait la région la plus méridionale des Alpes. Par cela même, nous avons pu voir que nombre d'espèces d'Orthoptères, surtout des espèces de haute montagne, ne s'avançaient pas assez au Sud pour l'atteindre; par contre, sa richesse en espèces montagnardes est normale et elle contient celles des régions moyennes des Alpes. Une partie de l'intérêt de sa faune vient de la pénétration de toute une série d'espèces méditerranéennes — dans la partie sud de la région, plus basse et plus chaude — et oro-méditerranéennes, qui s'avancent un peu au nord de Digne.

La comparaison avec les deux régions voisines d'altitude comparable montre que si les mêmes espèces oro-méditerranéennes se retrouvent dans les Alpes-Maritimes, les Basses-Alpes sont bien plus riches sous ce rapport que la chaîne Ventoux-Lure dont la pauvreté est particulièrement marquée. Des facteurs climatiques d'une part, purement géographiques d'autre part — tels que l'isolement du Mont Ventoux dans les plateaux provençaux —, sont certainement à l'origine de ces différences; les Basses-Alpes, au contraire, se raccordent facilement, et par des transitions insensibles, aux Alpes-Maritimes.

Un caractère important de la faune est la présence d'espèces assez hygrophiles comme *Euthystira brachyptera* et *Chorthippus longicornis*, qui surprennent un peu aussi près des pays méditerranéens; il est vrai que le NE des Basses-Alpes est déjà, un peu comme les Alpes-Maritimes, sous l'influence des vents humides du golfe de Gênes.

Les hautes régions sont très pauvres en espèces véritablement propres à la haute montagne; les quelques espèces oro-méditerranéennes capables de monter à des altitudes élevées (*Glyptobothrus saulcyi daimei* par exemple) n'arrivent guère au nord des Basses-Alpes, seul endroit où elles trouveraient ces altitudes, alors qu'elles peuvent les atteindre dans les Alpes-Maritimes, et les y atteignent effectivement. Il semble qu'ici encore la position géographique de ces régions joue un plus grand rôle que leur altitude dans cet aspect de leur peuplement.

Les espèces des hautes régions qui se trouvent un peu partout dans les Alpes ne pénètrent qu'au nombre de trois dans ces massifs; *Aeropus sibiricus*, *Podisma pedestris* et *Anonconotus alpinus*. *Podisma alpina* est bien trop septentrional et il semble que ce soit le cas pour *Melanoplus frigidus* qui ne doit pas s'accommoder d'une trop basse latitude.

Enfin, des espèces du voisinage, comme *Crotalacris rubicundus*, n'atteignent pas les Basses-Alpes, situées trop à l'Ouest pour elles; si *Aeropedellus variegatus* se trouve bien au col d'Allos, c'est certainement sa station la plus occidentale dans le Sud des Alpes.

En somme, les altitudes élevées de ces régions ne sont peuplées que de très rares espèces de haute montagne, lesquelles d'ailleurs — à l'exception d'*Aeropus sibiricus*, toujours confiné au-dessus de 2 000 m — peuvent largement s'adapter à des altitudes bien plus basses. Ce vide n'est pas comblé par d'autres espèces de haute montagne, dont la localisation, toujours étroite, n'atteint pas cette région; mais il l'est, en grande partie, par les espèces montagnardes ubiquistes des Alpes qui peuvent ici remonter très haut. Cette zone élevée n'a donc pas de peuplement original, et forme par ses conditions un dernier bastion écologique ayant, vers le Sud, les caractères des montagnes élevées du centre des Alpes.

Telles quelles, ces montagnes, à faune très riche dans leurs parties basses et moyennes, très pauvres et banales dans leurs parties les plus élevées, sont intéressantes par ce contraste et forment transition entre la pauvreté du Mont Ventoux et la richesse plus grande des Alpes-Maritimes. Il est à remarquer cependant que ces dernières ont une faune de haute montagne presque aussi restreinte que les Basses-Alpes, et nous pouvons conclure ainsi que la plupart des espèces des hautes régions de la chaîne alpine ne supportent pas des latitudes aussi basses, soit à cause de leur climat, soit simplement à cause de leur position géographique gênant une pénétration qui s'est faite le plus souvent par le Nord.

VI. — *LES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES
DES ALPES-MARITIMES*

Le département des Alpes-Maritimes comprend les montagnes les plus méridionales de la chaîne des Alpes françaises. Une bonne partie de sa superficie est occupée par des régions voisines du littoral méditerranéen ou des collines ne dépassant pas 1 000 m, dont l'altitude est trop faible pour abriter des Orthoptères alpins; c'est le domaine des espèces vraiment méditerranéennes ou provençales qui trouvent là un climat à leur convenance, assez spécial, et qui ne rentrent pas dans le cadre de cette étude. Mais, aussitôt qu'on s'éloigne du littoral et que l'altitude monte au-dessus de 1 000 m, le caractère méditerranéen s'efface rapidement, la montagne reprend ses droits et les hautes régions de ce département se rapprochent beaucoup des montagnes du reste des Alpes françaises.

C'est surtout pour une raison de commodité que les limites du département ont été choisies comme celles de cette étude; il est en effet très difficile de séparer, par une coupure nette dans la direction du NW, cette région des domaines limitrophes, en se basant seulement sur les populations d'Orthoptères; signalons d'ailleurs que les botanistes et géologues ne pourraient guère être plus précis. La complication de la topographie, avec les chaînes de montagne sans direction d'ensemble très bien définies et les vallées au tracé capricieux, compose un pays dont les bornes ne sont pas faciles à fixer. Aussi, après des tâtonnements infructueux, il a paru plus commode de donner à cette étude le cadre administratif du département des Alpes-Maritimes — en y comprenant les régions rattachées à la France par suite de la rectification des frontières qui a suivi la dernière guerre —, cadre qui n'est pas meilleur ni plus mauvais qu'un autre et qui présente l'avantage d'être bien défini et indiscutable.

Les montagnes des Alpes-Maritimes comprennent comme axe principal le massif cristallin du Mercantour (encore appelé massif de l'Argentera, du nom de son plus haut sommet, situé en territoire italien); cet axe, situé à l'extrême Sud des Alpes dont l'ensemble forme un arc, se recourbe ici dans une direction E-W en se raccordant à l'Apennin. Au sud et à l'ouest de cette chaîne, des massifs moins élevés, d'âge plus récent, et principalement calcaires — à part le vaste dôme permien de Barrot —, s'appuient sur elle et diminuent progressivement d'altitude en descendant vers la Méditerranée.

Les montagnes des Alpes-Maritimes sont, à altitude égale, les plus chaudes des Alpes françaises; l'isotherme annuelle de 0° est à 2 600 m aux sources de la Tinée, dans le Mercantour, alors qu'elle est à 2 400 m environ dans le Queyras et l'Ubaye, à 2 250 m dans le Briançonnais. La pluviosité, faible sur la côte, s'accroît rapidement vers l'intérieur,

en raison de l'augmentation de l'altitude; mais elle diminue à partir de la limite nord du département et, à altitude égale, la région de l'Ubaye est plus sèche : la proximité de la mer contribue à rendre plus humides les Alpes-Maritimes. D'autre part, cette pluviosité diminue d'Est en Ouest; dans cette région, contrairement à ce qui se passe en Savoie et en Dauphiné, les massifs subalpins sont moins arrosés que les massifs internes; cette inversion est due à la substitution au régime atlantique de pluies d'Ouest qui règne sur les Alpes du Nord, du régime de pluies de SE qui caractérise la Côte d'Azur où les vents humides viennent du Golfe de Gênes.

Le taux du boisement est élevé : 28 % dans l'ensemble du département; les essences sont assez variées, mais dans les parties basses, les forêts sont très dégradées par le pâturage et par le feu; il est rare que la ceinture boisée soit continue et il est facile d'étudier les populations d'Orthoptères, vivant surtout sur les prairies, depuis les vallées jusque sur les sommets.

En dépit de quelques caractères originaux bien marqués, les parties hautes des montagnes ont une allure assez médio-européenne; mais la moyenne montagne présente un aspect assez spécial; c'est la zone oro-méditerranéenne des botanistes où s'interpénètrent des flores et des faunes d'origines bien différentes, à la fois médio-européenne, méditerranéenne et alpine, ainsi que certaines espèces particulières à ces régions et dont l'aire de répartition est assez étroite.

Comme d'habitude, les populations d'Orthoptères seront décrites suivant l'altitude : d'abord, celles des basses régions, envahies en grande partie par les espèces méditerranéennes, celles de la moyenne montagne et celles des hautes régions; le massif de Mercantour culmine dans sa partie française à plus de 3 000 m, et une abondante faune alpine peut s'y développer.

1° Les populations de basse altitude.

Une bonne partie du département des Alpes-Maritimes, proche de la mer, est peu élevée, et on y trouve une faune d'Orthoptères très riche, mais purement méditerranéenne; beaucoup d'espèces s'écartent peu de la côte, sont extrêmement thermophiles et se retrouvent en Corse, en Sardaigne ou en Afrique du Nord; c'est un monde très différent des véritables populations de montagne, et qui sort du cadre de cette étude.

Aussitôt qu'on s'élève un peu, en s'éloignant du littoral, beaucoup d'espèces disparaissent et l'on rencontre des populations plus banales, mais cependant encore d'allure bien méridionale : ce que nous avons appelé le cortège des espèces thermophiles est ici évidemment très important, avec les *Calliptamus* et de nombreux *Ædipodinae*, de multiples Ensifères : *Ephippiger*, *Æcanthus pellucens*, *Tylopsis lili-*

folia, etc., pour ne citer que les plus abondantes. Enfin, on y trouve fréquemment *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, souvent supplanté d'ailleurs en tout ou en partie par *Euchorthippus declivus*; les endroits plus humides abritent les *Chorthippus albomarginatus* et *Ch. dorsatus*; ces diverses espèces sont déjà de celles qui sont les plus abondantes dans le reste des Alpes françaises, surtout leur partie méridionale.

On ne trouve pas d'espèces montagnardes dans ces populations avant 1 000 m d'altitude et parfois beaucoup plus haut. Dans le Nord du département, vers le col de la Cayolle par exemple, on peut adopter le chiffre de 1 000 m comme une base assez sûre; mais vers le Sud, dans les chaînes peu élevées voisines de la côte, on peut monter jusque vers 1 500 m et même plus sans rencontrer d'espèces montagnardes. A cette altitude, au Cheiron, au milieu d'une faune de plaine assez banale (à part le rare *Stenobothrus fischeri*), on ne trouve que *Glyptobothrus saulcyi daimeï* qui est plutôt une oro-méditerranéenne. A Peira Cava, vers 1 500 m également, au voisinage pourtant d'une magnifique forêt de hêtres et d'épicéas d'allure très montagnarde, on ne trouve encore que 1 % de *Stauroderus scalaris* et 1 % de *Psophus stridulus* au milieu de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et d'espèces thermophiles. Si la disparition des espèces franchement circum-méditerranéennes se fait entre 500 et 1 000 m d'altitude, l'apparition d'espèces montagnardes entre 1 000 et 1 500 m seulement laisse la place entre les deux à une faune méridionale appauvrie, de caractère médio-européen thermophile, avec beaucoup d'espèces ubiquistes banales (*Platycleis denticulata*, *P. tessellata*, *Ephippiger ephippiger*, etc.). Signalons qu'on y trouve même *Chorthippus longicornis*, pourtant bien hygrophile; mais il importe de préciser qu'on ne le trouve guère qu'au-dessus de 1 000 m d'altitude et uniquement vers le Nord et l'Est de la région : le Nord parce que plus élevé, l'Est parce que plus exposé aux vents humides du Golfe de Gênes; la présence de cette espèce nous fournit déjà une indication purement faunistique de l'humidité, plus forte qu'on ne le pense généralement, d'une grande partie des Alpes-Maritimes.

2° Les populations montagnardes.

Dans les Alpes-Maritimes, le domaine altitudinal des populations montagnardes n'est pas très étendu; nous avons déjà signalé en effet que des populations pures de plaine pouvaient se rencontrer jusqu'à 1 500 m — quoique d'habitude les espèces montagnardes commencent à apparaître plus bas; et d'autre part, au-dessus de 2 000 m, on commence à trouver en abondance des espèces franchement alpines. On peut penser que la température moyenne élevée de la région permet aux espèces de plaine de monter assez haut et de refouler les

espèces montagnardes, et que, d'autre part, la forte humidité, surtout de la partie orientale des Alpes-Maritimes, favorise grandement les espèces de haute montagne, diminuant ainsi le domaine des populations de moyenne altitude. Tel quel, celui-ci reste quand même important, surtout grâce à la dégradation de la forêt, remplacée souvent par une zone de garrigues et de buissons plus propre à la prolifération des Orthoptères.

En raison de l'importante variation d'humidité qu'on observe sur le territoire des Alpes-Maritimes, surtout à une altitude moyenne, on peut mettre facilement en évidence des populations montagnardes plus ou moins hygrophiles et qui peuvent être très différentes. Le milieu le plus sec sera par exemple représenté par des chaînons comme la montagne de Cheiron, au sol purement calcaire, absolument sans irrigation, située au SW du département et assez proche de la côte; nous avons d'ailleurs déjà vu que sur le Cheiron, à 1 500 m d'altitude, la population pouvait être considérée encore comme ne présentant pas de caractères montagnards bien marqués. On conçoit que vers 1 700 m (le Cheiron culmine à 1 778 m et n'est plus guère, au-dessus de 1 700 m, qu'un désert de pierres qui n'abrite plus de véritables populations), on y trouve une faune montagnarde d'Orthoptères aussi xérophile que possible, que nous allons donner comme exemple (relevé 734) :

<i>Podisma pedestris</i>	6 %	<i>Ephippiger terrestris minor</i>	1 %
<i>Stauroderus scalaris</i>	3 %	<i>Ephippiger bormansi</i>	3 %
<i>Psophus stridulus</i>	5 %	<i>Glyptobothrus sauleyi daimeï</i>	53 %
<i>Stenobothrus lineatus</i>	20 %	<i>Ædipoda germanica</i>	1 %
<i>Stenobothrus fischeri</i>	8 %		

Cette population est avant tout fortement marquée par sa position géographique : quatre espèces sont de répartition circum-méditerranéenne, et si *Stenobothrus fischeri* se trouve des Alpes Lignes aux Corbières — en ne considérant que sa répartition en France —, les trois autres, *Glyptobothrus sauleyi daimeï* et les deux *Ephippiger*, ne se rencontrent plus à l'ouest du Rhône et sont même localisées au Var, aux Basses-Alpes et aux Alpes-Maritimes; ce sont probablement des espèces profondément xérophiles, mais capables de s'accommoder des conditions de moyenne montagne, et même, pour le *Gl. daimeï*, de haute montagne. *Stenobothrus lineatus* est abondant; c'est un caractère commun aux régions montagnardes de tout l'extrême Sud des Alpes — déjà rencontré par exemple au Mont Ventoux et à la Montagne de Lure —, dans des conditions pourtant assez différentes. *Stauroderus scalaris*, *Psophus stridulus* sont des espèces franchement montagnardes — la première encore plus que la seconde d'ailleurs —, les seules qu'on rencontre dans les lieux secs, plus pauvres à ce point de vue que les microclimats montagnards plus humides. Enfin, *Podisma pedestris*, espèce de haute montagne, ne craint pas de descendre assez bas dans les Alpes-Maritimes, et ces conditions pourtant assez peu alpines ne semblent pas lui nuire; peut-être d'ailleurs ne se

maintient-il qu'à l'état de relique. Plus haut, sur la crête où l'on ne trouve plus de véritable population, il existe encore d'assez nombreux individus de *Myrmeleotettix maculatus*, qui semble toujours rechercher les sommets; rappelons que le même phénomène se présentait au Mont Ventoux.

Toutes les montagnes situées au sud de la vallée du Var (montagnes de Gourdan, de Charamel, de Bleine, de Thorenc, de l'Audibergue, plateau de Caussols) ont une faune du même type, mais moins riche encore en espèces de montagne parce que moins élevées : le *Podisma pedestris* ne se rencontre qu'en quelques points, au voisinage des plus hauts sommets. *Glyptobothrus sauleyi daimei* est très généralement la forme dominante.

A l'opposé, on trouvera surtout vers le Nord et l'Est des Alpes-Maritimes des populations montagnardes hygrophiles. Ce sera par exemple le cas dans le vallon du Boréon, un des endroits les plus humides du département, auprès de Saint-Martin-Vésubie; d'importantes mégaphorbiaies s'y trouvent en clairière au milieu des forêts d'épicéas; la faune, assez pauvre, a fait l'objet du relevé 739, vers 1 700 m d'altitude.

<i>Glyptobothrus apricarius</i>	73 %	<i>Stenobothrus lineatus</i>	4 %
<i>Tettigonia cantans</i>	5 %	<i>Omocestus viridulus</i>	5 %
<i>Decticus verruciporus</i>	2 %	<i>Chorthippus longicornis</i>	11 %

La présence de *Chorthippus longicornis* montre bien le caractère hygrophile de cette population; *Stenobothrus lineatus* y est là comme presque toujours dans la région, à moyenne altitude; *Omocestus viridulus* est, dans le Sud des Alpes, une espèce presque alpine, qui en tout cas peut monter très haut; *Tettigonia cantans* est une note montagnarde dans le relevé; enfin, le *Glyptobothrus apricarius* dominant ici semble, dans les Alpes-Maritimes, l'espèce montagnarde qui supporte le mieux l'humidité, en l'absence d'*Euthystira brachyptera* qui n'y a été trouvé nulle part.

Entre ces deux extrêmes, on peut trouver, suivant les microclimats, des populations intermédiaires où peuvent se mélanger quantité d'espèces; ce sont évidemment les plus riches. On y trouve entre autres toutes les espèces de plaine qui jouent un rôle important dans les populations de la région médio-européenne : *Euchorthippus declivus* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, les plus xérophiles, *Chorthippus longicornis*, la plus hygrophile, *Chorthippus albomarginatus* et *Ch. dorsatus* qui s'accommodent à la fois de l'humidité et d'endroits assez chauds. *Stenobothrus lineatus*, *Omocestus viridulus* y sont fréquents un peu partout, le premier souvent abondant dans l'étage montagnard. Le complexe des espèces thermophiles — *Calliptamus*, *Ædipoda*, *Platycleis* — est bien représenté, même assez haut, dans les endroits secs et bien exposés. Enfin, des *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis* se rencontrent çà et là.

Les espèces proprement montagnardes et qu'on trouve dans toutes

les Alpes sont en petit nombre; les deux plus abondantes sont *Stauroderus scalaris* — plutôt xérophile — et *Glyptobothrus apricarius* — hygrophile et d'ailleurs localisé dans la partie NE du département; ces deux espèces, d'exigences assez différentes, s'excluent souvent mais pas toujours. *Psophus stridulus* ne dépasse guère 1 700 m; il est moins inféodé aux endroits boisés qu'il ne l'est dans les régions plus septentrionales; ses exigences vis-à-vis de l'humidité ne sont pas faciles à préciser, car on le trouve aussi bien au Cheiron que dans les vallées très boisées et bien arrosées. *Arcyptera fusca* n'est pas fréquent dans l'étage montagnard des Alpes-Maritimes, et semble rechercher une altitude assez élevée; il remonte fréquemment au-dessus de 2 000 m; à part cela, ses exigences doivent être assez voisines de celles du *Stauroderus*, car on ne le rencontre jamais sans celui-ci. Enfin, avec *Tettigonia cantans*, parfois abondant sur les buissons, se clôt cette brève liste d'espèces.

Certaines autres forment un groupe particulier que l'on pourrait appeler oro-méditerranéen; il s'agit de formes — espèces ou seulement variétés — propres aux Alpes tout à fait méridionales, et qui possèdent d'ailleurs parfois une répartition altitudinale assez étendue; elles ont déjà été citées à propos du Cheiron et c'est là leur habitat typique. Certaines d'entre elles sont très thermophiles et sont pratiquement endémiques des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes et Ligures; on les retrouve aussi dans les endroits un peu élevés du Var: ce sont les *Ephippiger terrestris minor*, forme endémique française, et *Ephippiger bormansi*, plus rare, et qui existe aussi en Italie; on les rencontre jusque vers 1 800 m d'altitude, avec une exposition favorable. *Glyptobothrus saulcyi daimi* est une espèce endémique française, dont la variété *daimi* est propre aux Basses-Alpes, aux Alpes-Maritimes et au Var, alors que la forme typique existe dans les Pyrénées-Orientales; cette espèce descend moins bas que les précédentes, mais monte un peu au-dessus de 2 000 m; on la trouve aussi bien dans les montagnes calcaires très sèches, au sud du Var, que dans les Alpes Ligures, plus humides. Enfin, *Stenobothrus fischeri*, espèce circum-méditerranéenne, peut s'élever assez haut: on l'a déjà citée de 1 700 m d'altitude au Cheiron; mais c'est à peine une forme montagnarde. *Stenobothrus grammicus*, qui a une répartition analogue, ne semble monter haut que plus à l'Ouest — rappelons qu'elle existe au Mont Ventoux — et, dans les Alpes-Maritimes, semble confinée à des régions plus basses. Enfin, une autre espèce de répartition géographique analogue, *Omocestus raymondi*, que l'on aurait pu rencontrer dans les mêmes conditions, a échappé à nos recherches; si elle se trouve parfois en altitude, elle doit y être rare et localisée.

Citons enfin les espèces de hautes régions qui peuvent se rencontrer dans cette zone: seul *Podisma pedestris* s'aventure parfois au-dessous de 2 000 m; on le trouve d'ailleurs aussi bien au Cheiron, où il est fort isolé, que dans des endroits moins arides, à Valberg par exemple. S'il est facile, dans cette localité, de penser qu'il est descendu des

hauteurs voisines, du Mont Mounier par exemple, qui culmine à 2 800 m, on ne peut s'empêcher de le trouver bien isolé au Cheiron et de penser qu'il existe là comme relique d'une période plus froide. Il faut mettre à part *Myrmeleotettix maculatus*, qui se trouve en plaine mais qui, dans les Alpes méridionales, semble localisé aux crêtes élevées de quelques montagnes; on le trouve parfois un peu au-dessous de 2 000 m, mais c'est surtout parce qu'il s'agit de montagnes d'altitude inférieure, car cette espèce ne s'écarte guère des sommets.

Cette étude de la faune des régions moyennes montre combien les espèces qui les fréquentent sont d'origine diverses : faune médio-européenne, faune montagnarde banale de l'ensemble des Alpes, au rôle d'ailleurs ici bien réduit, faune méditerranéenne qui a colonisé en partie les montagnes et dont certaines espèces ont développé des formes endémiques d'altitude. La pénétration de cette dernière faune est ici particulièrement sensible et l'on touche du doigt les modalités du peuplement des montagnes sur cet exemple précis. Un autre sujet d'intérêt est le climat spécial de cette région, avec son inversion du régime des vents par rapport au reste des Alpes, vents humides venant de la Méditerranée qui réalisent ainsi des microclimats très variés, qu'il est relativement facile de suivre en se basant sur l'examen du tapis végétal. Naturellement, les populations d'Orthoptères suivent ces variations et, malgré l'appauvrissement de la faune spécifiquement montagnarde par rapport au reste des Alpes, la présence d'espèces plus ou moins endémiques donne à ces populations une grande variété, reflet de celle des conditions du milieu, qui les rend fort instructives.

3° Les populations de l'étage alpin.

Les populations d'Orthoptères des hautes régions des Alpes-Maritimes ressemblent, par certains caractères, à celles de la moyenne montagne : elles sont assez pauvres en espèces et en contiennent certaines qu'on peut qualifier d'endémiques; ces espèces ne deviennent abondantes qu'à partir de 2 000 m.

Les espèces propres à la haute montagne qu'on rencontre dans ces régions sont en petit nombre. Certaines se trouvent dans les Alpes entières; la plus abondante de celles-ci est à coup sûr le *Podisma pedestris*, qui s'accommode bien ici de tous les milieux, aussi bien des montagnes calcaires relativement sèches que des régions les plus humides des Alpes ligures; nous l'avons déjà vu descendre jusqu'à 1 600 m. *Anonconotus alpinus* est plus rare, moins abondant, mais encore assez fréquent; *Aeropus sibiricus* existe aussi assez souvent sur les montagnes élevées; contrairement au précédent qui descend parfois jusqu'à 1 700 m, on ne le trouve jamais au-dessous de 2 000 m; ce n'est d'ailleurs pas la moindre surprise qui s'offre à l'écologiste que de capturer cet animal de haute montagne au sommet de

l'Authion, au-dessus de Peira-Cava, à 2 082 m d'altitude, tout en contemplant la Méditerranée à 20 km de là. Ces deux dernières espèces se trouvent plutôt sur la bordure orientale du département, et n'existent pas au sud de la vallée du Var, où *Podisma pedestris* est probablement le seul à pouvoir supporter le climat.

D'autres espèces de haute montagne, fréquentes dans ce pays, sont au moins propres aux Alpes du Sud. C'est le cas de *Stenobothrus nigromaculatus*, qu'on ne trouve que dans le Mercantour, très au Nord, près de Saint-Etienne-de-Tinée, à une altitude élevée; rappelons que cet insecte, que l'on trouve en plaine, par exemple dans le Bassin Parisien, n'existe dans les Alpes qu'à altitude élevée, et dans les Alpes du Sud; cette répartition n'est pas facilement explicable. Assez répandu aussi, mais seulement dans le Nord des Alpes-Maritimes, est le *Crotalacris rubicundus*; c'est un constituant presque obligatoire et souvent dominant des populations d'Orthoptères de ces régions; cette espèce n'est pourtant pas commune et ne fréquente que les vallées les plus chaudes des Alpes proches de la frontière italienne; c'est elle qui monte le plus haut, couramment jusqu'à 2 400 m. Au-dessus, il est très rare qu'on rencontre de véritables populations, et même des individus isolés : dans les Alpes-Maritimes, les Orthoptères supportent moins bien l'altitude que dans certaines régions plus septentrionales.

On rencontre dans ces hautes régions, en dehors des espèces qui leur sont propres, un certain nombre d'autres, d'origine montagnarde ou plus basse encore. *Stauroderus scalaris* et *Arcyptera fusca* s'y trouvent fréquemment, parfois jusqu'à 2 300 m; *Glyptobothrus apricarius* ne monte qu'à 2 200 m; *Myrmeleotettix maculatus*, qui affectionne le voisinage des crêtes, ne dépasse pas 2 100 m, à part de rares exceptions; dans ce cas, la densité de la population est toujours très faible et il ne s'agit que d'individus isolés. *Glyptobothrus saulcyi daimei* ne se trouve pas non plus au-dessus de 2 100 m.

Parmi les espèces de plaine, ce sont surtout *Omocestus viridulus* et *Stenobothrus lineatus* qui peuvent monter souvent au-dessus de 2 000 m et forment parfois un pourcentage important de la population. Enfin, l'ubiquiste *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* atteint aussi souvent 2 400 m d'altitude; contrairement à ce qui se passe dans les régions plus septentrionales, *Chorthippus longicornis* ne montre pas la même résistance et n'atteint pas les hautes régions.

On pourrait multiplier les exemples de telles populations. Citons-en seulement deux. Les crêtes de Las Donnas, près d'Auron, culminent vers 2 400 m. On trouve déjà là des individus assez nombreux de *Podisma pedestris* et de *Crotalacris rubicundus*. Entre 2 000 et 2 200 m, la population est homogène, et composée seulement d'espèces de hautes régions (relevé 736) :

<i>Aeropus sibiricus</i>	6 %	<i>Podisma pedestris</i>	80 %
<i>Anonconotus alpinus</i>	8 %	<i>Crotalacris rubicundus</i>	8 %

Au contraire, le relevé 215, effectué à l'extrême Nord des Alpes-Maritimes, presque à la limite des Basses-Alpes, un peu au sud du Pas de la Cavale, col qui sépare les deux départements, montre à une altitude analogue (2 200 m) une population beaucoup plus riche, comportant aussi des espèces de régions moins élevées. Il est à noter d'ailleurs que l'exposition est Sud, au lieu de NW à Las Donnas, et que le tapis végétal, beaucoup plus fourni, recouvre entièrement le sol; il contient de hautes Graminées, terrain de prédilection des *Crotalacris*, et indique nettement des conditions climatiques moins rudes. On y trouve les pourcentages suivants :

<i>Aeropus sibiricus</i>	6 %	<i>Arcyptera fusca</i>	4 %
<i>Anoneconotus alpinus</i>	9 %	<i>Glyptobothrus apricarius</i>	8 %
<i>Podisma pedestris</i>	13 %	<i>Omocestus viridulus</i>	21 %
<i>Crotalacris rubicundus</i>	33 %	<i>Decticus verrucivorus</i>	3 %
<i>Stauroderus scalaris</i>	3 %		

A la même altitude, les espèces de hautes régions ne forment plus que 60 % de la population au lieu de la totalité à Las Donnas.

Les faunes d'Orthoptères des zones les plus élevées des Alpes-Maritimes montrent elles aussi le rôle que jouent, dans la formation des populations, les espèces d'origines différentes : certaines sont communes aux hautes régions des Alpes entières, d'autres n'existent que dans les Alpes méridionales; il y a très peu de véritables endémiques, seulement *Glyptobothrus saulcyi daimeï*, et encore s'aventure-t-il peu dans cette zone; la faune générale des hautes régions des Alpes est appauvrie dans les Alpes-Maritimes, et ne se trouve pas compensée, comme dans l'étage montagnard, par un apport d'endémiques oro-méditerranéennes. De cela résulte une certaine pauvreté des populations des régions élevées, accentuée par le fait que l'altitude efface l'hétérogénéité du milieu, beaucoup plus marquée dans les régions plus basses.

Conclusion.

Les Alpes-Maritimes forment un domaine particulièrement intéressant pour l'étude des populations d'Orthoptères. Un climat particulier, le voisinage d'une faune méditerranéenne très différente de la faune alpine, la position géographique, tout à l'extrémité de la chaîne des Alpes, autant de caractères favorables à une étude fructueuse.

Le climat des Alpes-Maritimes possède une très grande variété, l'humidité augmentant d'Ouest en Est, mais marquée seulement dans les parties basses. Au-dessous de 1 000 m, la variété des populations est très grande, car il y entre pour une forte part, souvent même la totalité, les espèces méditerranéennes, extrêmement nombreuses, certaines d'affinités tropicales; elles forment un véritable monde, qui

sort du cadre de cette étude, mais l'interpénétration de ce monde méditerranéen avec le monde alpin n'en est pas moins intéressante à observer et permet, entre autres choses, d'apprécier les exigences de chaque espèce en face des conditions de milieu. Si, vers le SW du département, les populations ont une allure très méridionale, au voisinages des Alpes ligures, au nord et à l'est de Nice, l'humidité plus forte donne aux populations une allure franchement médio-européenne.

Cette hétérogénéité climatique des Alpes-Maritimes s'efface progressivement à mesure qu'on s'élève; si, dans la zone moyenne, on constate encore de très fortes différences de milieu, et donc de faune, l'étage alpin est très homogène; le climat des hautes régions efface presque toutes traces du climat méditerranéen, et nous avons déjà signalé que la faune alpine ressemble beaucoup à celle du reste des Alpes.

Le voisinage de la faune méditerranéenne, dans laquelle plongent littéralement les hautes montagnes, a permis à quelques espèces de cette faune de les coloniser; mais leur pénétration dans les régions élevées s'est arrêtée aux Alpes du Sud, et même souvent à une petite portion de la chaîne, dans les Basses-Alpes et les Alpes-Maritimes. Il s'agit par exemple de *Stenobothrus grammicus*, *Stenobothrus fischeri*, *Omocestus raymondi*, qui pénètrent assez haut dans les montagnes, et existent à plus faible altitude sur les basses chaînes calcaires du pourtour méditerranéen, comme la Sainte-Baume. D'autres espèces n'existent que peu en plaine et font maintenant de la moyenne montagne provençale leur véritable habitat; elles ont généralement différencié une variété montagnarde spéciale qui est alors une endémique française : *Glyptobothrus saulcyi daimei*, *Ephippiger terrestris minor*, *Ephippiger bormansi*. D'autres, enfin, sont strictement des espèces de haute montagne, mais habitant seulement les parties méridionales de l'Europe : *Crotalacris rubicundus*. Toute cette faune, extrêmement originale, est intéressante : grâce à elle, nous pouvons obtenir des renseignements sur les exigences écologiques des espèces, leur changement d'habitat et même la formation de variétés et d'espèces nouvelles.

Enfin, la comparaison de la faune des Alpes-Maritimes avec celle du reste des Alpes n'est pas sans intérêt : elle montre un réel appauvrissement si on la compare à la faune d'altitude que l'on trouve par exemple en Vanoise ou dans le Briançonnais; la position de cette région, à l'extrême Sud des Alpes, n'est pas sans en avoir fait disparaître nombre d'espèces.

En haute montagne, la présence d'*Aeropus sibiricus*, *Anonconotus alpinus*, *Podisma pedestris* ne doit pas faire oublier l'absence de tous les autres *Podisma*; celle de *Cophopodisma pedemontana* n'est pas surprenante, car c'est une espèce très rare et très localisée du Briançonnais et du Queyras; *Podisma alpina* est plutôt une espèce des Alpes du Nord; mais *Melanoplus frigidus*, qui pourrait fort bien exister à côté d'*Aeropus*, n'y existe pas non plus; *Aeropedellus varie-*

gatus, signalé des Basses-Alpes, est aussi absent des Alpes-Maritimes.

Les espèces montagnardes absentes des Alpes-Maritimes sont surtout des hygrophiles comme *Euthystira brachyptera*, *Chrysochraon dispar*, qu'on s'attendrait pourtant à trouver dans les Alpes Ligures. *Stenobothrus nigromaculatus*, fréquent dans les Alpes du Sud et jusque dans les Basses-Alpes, est très localisé dans l'extrême Nord des Alpes-Maritimes. Enfin, les *Metrioptera* comme *M. saussuriana*, *M. brachyptera*, *M. ræseli*, *M. bicolor* n'y semblent pas exister, alors que *M. azami* et *M. sepium* sont des espèces classiques de la bordure méditerranéenne. Il est possible d'invoquer, pour certaines de ces absences au moins, une raison de position purement géographique, car la présence de *Chorthippus longicornis* d'une part, et de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* et *Euchorthippus declivus* d'autre part, recouvrant à eux trois une gamme de microclimats assez étendue, semblent montrer que la variété des habitats montagnards, bien qu'inférieure à celle des altitudes plus faibles, reste quand même importante.

Une comparaison intéressante peut être faite à ce point de vue avec le Mont Ventoux, situé à la même latitude environ, mais plus à l'Ouest et formant un chaînon très isolé; on y constate à peu près les mêmes absences, mais l'altitude plus faible — excluant par exemple l'*Aeropus sibiricus* — les rend moins démonstratives.

L'étude des Alpes-Maritimes est très intéressante, riche d'enseignements, et peut apporter sa contribution à l'étude de nombreux problèmes. Soulignons la pauvreté relative de sa faune d'Orthoptères de montagne, un peu étonnante si l'on pense à l'immense richesse de la flore des mêmes régions, comprenant de nombreuses endémiques.

RECHERCHES ÉCOLOGIQUES ET BIOGÉOGRAPHIQUES SUR LES ORTHOPTÈRES DES ALPES FRANÇAISES

(DEUXIÈME PARTIE)

Par Philippe DREUX

II. — ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES ESPÈCES

INTRODUCTION

On trouvera dans les pages suivantes une série d'études écologiques sur les différentes espèces rencontrées au cours des relevés; on s'est efforcé, dans chacune de ces monographies, de mettre en évidence les rapports entre les caractères écologiques, définis sur la base des principaux facteurs du macroclimat, et la répartition géographique de chaque Orthoptère. On peut dire que la valeur de ces études est directement proportionnelle à la quantité d'informations que l'on a pu obtenir sur chaque espèce; par conséquent, plus une espèce est commune, c'est-à-dire plus elle se trouve fréquemment et abondamment dans les relevés, meilleurs et plus précis seront les renseignements obtenus.

Les monographies sont classées, pour raison de commodité, suivant l'ordre systématique des espèces généralement admis en France, et conforme à celui de la Faune de France de CHOPARD (1951). On a également adopté la nomenclature de cet ouvrage, bien que de nouvelles dénominations viennent sans arrêt remplacer les anciennes; le lecteur est prié de s'y reporter pour toutes les questions de synonymie.

A. — ENSIFÈRES

Tettigonia viridissima.

Tettigonia viridissima (= *Phasgonura viridissima*) est un Tettigoniide d'assez grande taille (28 à 36 mm pour le mâle, 32 à 42 mm pour la femelle). Les sexes se distinguent à première vue au moyen de l'appareil stridulant du mâle et de l'oviscape de la femelle. La teinte générale est verte. Les élytres et les ailes, très longs, forment la principale différence qui sépare cette espèce de *Tettigonia cantans*, aux organes du vol beaucoup plus courts, et qui est propre à la montagne.

Tettigonia viridissima n'est ni fréquente ni abondante en montagne; elle a été trouvée dans 22 relevés, soit environ 7 % de tous ceux qui ont été faits dans les Alpes françaises, et il en a été ramassé seulement une quarantaine d'exemplaires, ce qui représente une proportion de 0,2 % de l'ensemble des Orthoptères. La localisation un peu spéciale de cette espèce, sur les arbres et les buissons, n'est pas favorable à leur capture, mais le chant permet de les repérer facilement, ce qui fait que cette proportion, peut-être un peu faible, ne doit quand même pas s'éloigner trop de la réalité.

Un des facteurs principaux de cette faible fréquence est le fait que *Tettigonia viridissima* ne monte pas aux altitudes élevées. On trouve cette espèce un peu partout dans les Alpes, du massif du Mont Blanc à la Montagne de Lure (fig. 25), ainsi du reste que dans l'ensemble de la France où elle est partout commune en plaine. Son aire de répartition, très vaste, s'étend en Europe, en Afrique du Nord et en Asie, et milite en faveur d'une origine angarienne.

Ne disposant que de 22 relevés contenant chacun un très petit nombre de *Tettigonia viridissima*, il serait hasardeux d'appliquer les méthodes utiles pour les espèces plus communes, et entre autres d'utiliser les courbes différentielles de répartition en altitude.

Répartition en altitude.

Il n'était guère possible d'examiner cette répartition que globalement pour l'ensemble des Alpes françaises. En portant en abscisses l'altitude, en ordonnées le nombre de *Tettigonia viridissima* par mètre carré de relevé, on obtient une courbe de rapide décroissance

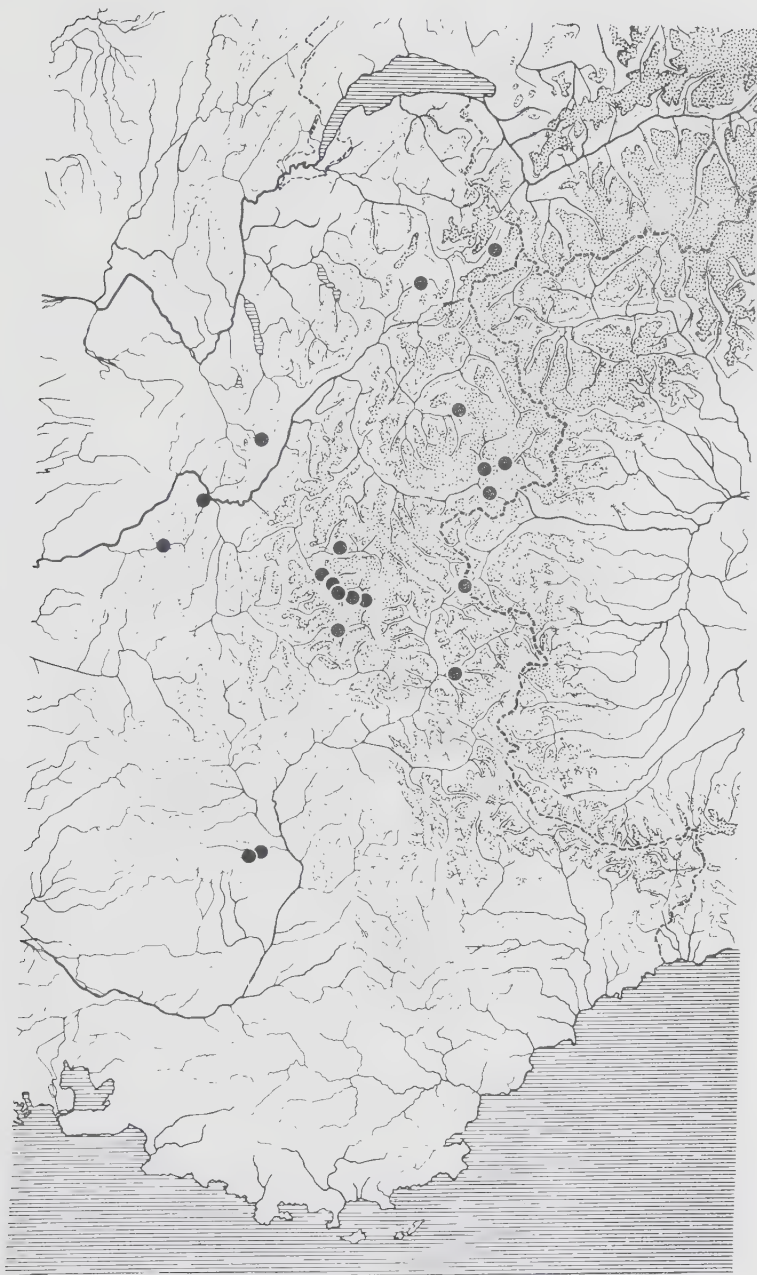


FIG. 25.

Emplacement des relevés contenant *Tettigonia viridissima*.

Le point le plus septentrional représente 3 relevés
faits au même endroit (Chamonix), 3 années différentes.

montrant que cette espèce, probablement assez abondante en plaine, ne supporte le climat de montagne que jusqu'à une altitude assez faible (maximum 1 800 m près du Mont Genève) (fig. 26).

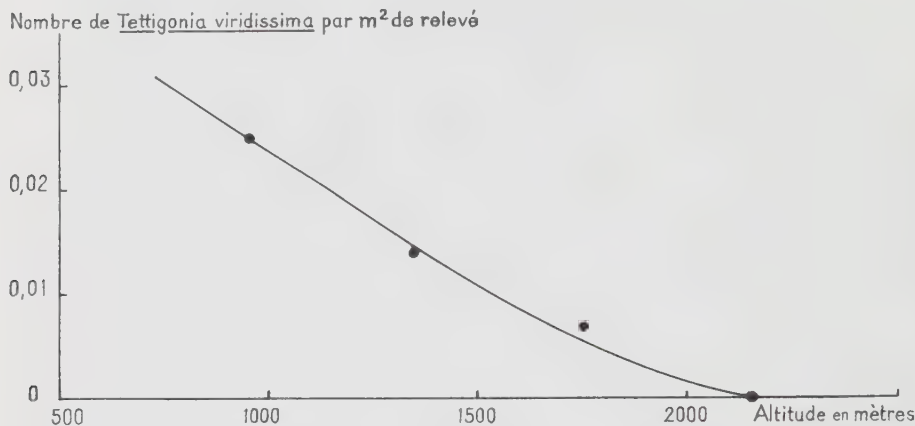


FIG. 26. — Variation de la densité de *Tettigonia viridissima* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises.

Influence de l'humidité.

Dans chaque classe de relevés, d'indice d'aridité de juillet variant de 10 en 10, on examine la proportion de relevés contenant *Tettigonia viridissima*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. viridissima</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. viridissima</i>
Entre 10 et 20.....	39	4	0,10
20 et 30.....	117	7	0,06
30 et 40.....	20	4	0,20
40 et 50.....	80	4	0,05
50 et 60.....	39	3	0,08

Compte tenu du petit nombre de relevés sur lequel on se fonde, ce tableau ne laisse rien apparaître de net : ni préférence pour l'humidité, ni préférence pour la sécheresse. *Tettigonia viridissima* est une espèce très ubiquiste, qui semble s'accommoder aussi bien de toutes les conditions d'humidité ; ceci s'accorde d'ailleurs parfaitement avec son aire extrêmement étendue de distribution géographique; malgré le peu de sûreté des conclusions écologiques, elles s'accordent très bien avec ce qu'on sait de la répartition générale de cette espèce.

Influence de la température.

Pour comparer entre eux les relevés d'altitude différente, on utilise les températures de juillet ramenées au niveau de la mer; tous les relevés sont répartis en 5 classes de degré en degré, et dans chaque classe on examine la proportion de relevés contenant *Tettigonia viridissima*; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. viridissima</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. viridissima</i>
Entre 20 et 21°.....	39	3	0,08
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	11	0,12
23 et 24°.....	129	8	0,06
24 et 25°.....	24	0	0

Comme pour le tableau concernant la xérophilie, il ne ressort de celui-ci aucune préférence marquée pour les climats plus froids ou plus chauds, compte tenu des fluctuations aléatoires dues à d'aussi petits nombres.

L'examen de la température vraie de chaque relevé donne une série de valeurs comprises entre 12°5 et 19°; il semble très vraisemblable que *Tettigonia viridissima* exige pour se maintenir une température supérieure à 12° (moyenne de juillet). Evidemment, les altitudes les plus élevées atteintes par l'espèce l'ont été dans les zones les plus chaudes (environs de Briançon); dans les régions les plus froides (Grande Chartreuse par exemple), l'altitude maximum atteinte a été de 1 200 m, correspondant à une température vraie de 13°5.

Il semble donc bien que *Tettigonia viridissima* soit aussi peu exigeante sous le rapport de la température que de l'humidité, demandant seulement une température moyenne de juillet supérieure à 12°; il est probable que sa limite supérieure de température n'est pas atteinte en France mais seulement en Afrique du Nord. D'où l'aire de répartition très vaste de cette espèce, allant du Nord de l'Europe au Nord de l'Afrique.

Conclusion.

Tettigonia viridissima est une espèce probablement assez indifférente — au moins dans les limites que l'on peut trouver dans les Alpes françaises et même dans l'ensemble de la France — aux condi-

tions d'humidité et de température. Ceci en fait une espèce très ubiquiste, dont l'aire de répartition est très étendue. Toutefois, son eurythermie ne va pas jusqu'à lui permettre de fréquenter la haute montagne, une température moyenne vraie de juillet supérieure à 12° lui étant probablement nécessaire; ce facteur doit aussi limiter sa pénétration dans le Nord de l'Europe et de l'Asie.

En bon accord avec cette prévision, ANDER (1945), dans le catalogue des Orthoptères de la Suède, ne signale cette espèce que de la région méridionale du pays, à peu de choses près au sud de l'isotherme 55° Fahrenheit, soit 12°8.

Les conditions d'existence de *Tettigonia viridissima*, comme son aire de répartition, sont bien en rapport avec l'idée de l'origine angarienne de cette espèce.

Tettigonia cantans.

Tettigonia cantans est un Ensifère de la famille des *Tettigoniidae*, voisin de la banale Sauterelle verte, *Tettigonia viridissima*; mais, à la différence de cette dernière, répandue dans toute la France, *T. cantans* n'existe à peu près que dans ses parties montagneuses.

Cette espèce est toujours verte, plus petite que la précédente (23 à 33 mm) et pourvue d'élytres et d'ailes moins longues, ne dépassant pas l'apex des fémurs postérieurs, ce qui permet de l'en différencier au premier coup d'œil.

Contrairement à la plupart des espèces étudiées dans ce travail, elle ne vit que fort peu à terre, mais surtout dans les buissons élevés, au moins à un mètre du sol; les mâles sont faciles à repérer grâce à leur chant, et on trouve généralement des femelles en examinant avec attention les branches voisines. Ce procédé de chasse ne compense pas tout à fait la difficulté que l'on peut avoir à découvrir ces insectes par la vue.

En effet, sur 20 000 Orthoptères récoltés dans les Alpes françaises, il n'a été ramassé qu'une cinquantaine de *Tettigonia cantans*, soit environ 0,25 %, et il est très probable qu'en réalité cette proportion devrait être augmentée, sans toutefois atteindre 1 %. Par contre, la présence de cette espèce est facilement repérable grâce à son chant caractéristique, et elle ne doit guère passer inaperçue; elle a été trouvée dans 31 relevés sur 300 environ, soit à peu près 10 %, et on peut admettre sans crainte d'erreur que cette proportion est très proche de la réalité.

Tettigonia cantans est surtout répandue dans les Alpes françaises du Nord, bien plus rare dans celles du Sud où elle existe cependant (dans les Alpes-Maritimes par exemple, et le massif d'Aurouze) (fig. 27). Elle a été trouvée dans la forêt d'Haye, près de Nancy, vers

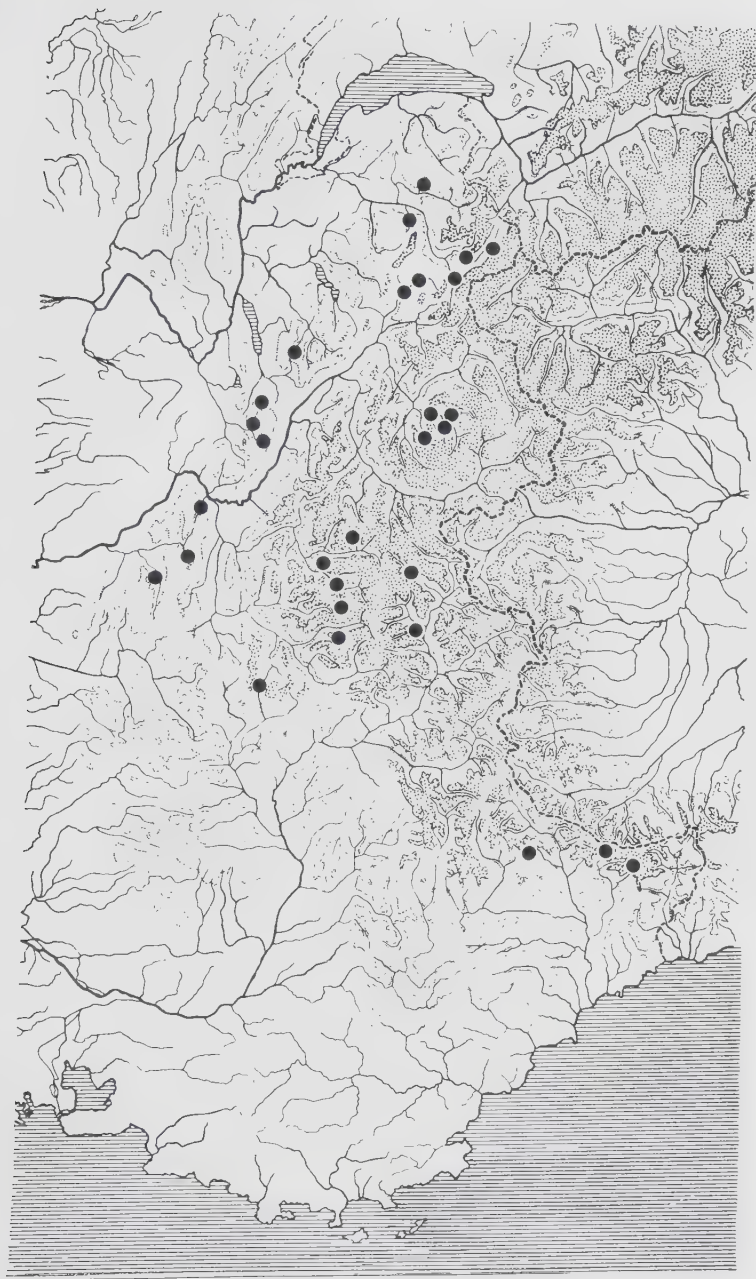


FIG. 27. — Emplacement des relevés contenant *Tettigonia cantans*.

300 m d'altitude (LIENHART, 1928); elle existe aussi dans les autres massifs montagneux français, l'Europe septentrionale et centrale et jusque dans l'Ouest de l'Asie.

Influence de l'humidité.

Elle sera étudiée par l'intermédiaire de l'indice d'aridité. Les relevés sont répartis en 5 classes, d'indice d'aridité croissant de 10 en 10 pour le mois de juillet, et dans chaque classe on examine la proportion de relevés contenant *Tettigonia cantans*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. cantans</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. cantans</i>
Entre 10 et 20.....	39	2	0,05
20 et 30.....	117	9	0,08
30 et 40.....	20	0	0
40 et 50.....	80	14	0,17
50 et 60.....	39	6	0,16

Sauf la valeur aberrante pour les indices d'aridité compris entre 30 et 40 — cette classe contenant peu de relevés, les fluctuations aléatoires y sont importantes —, ce tableau met en évidence une augmentation marquée de la fréquence de *Tettigonia cantans* quand l'indice

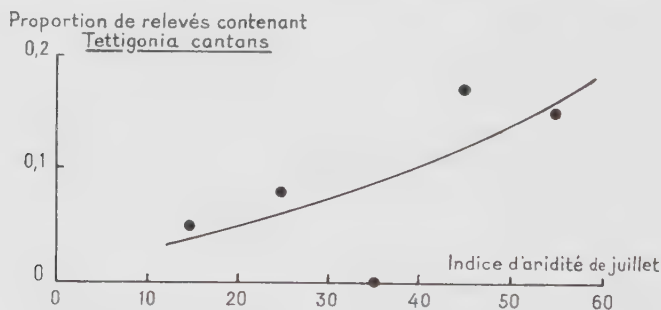


FIG. 28. — Variation de la fréquence de *Tettigonia cantans* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la croissance de la courbe indique une nette *hygrophilie* de l'espèce.

d'aridité augmente; cet insecte manifeste donc une nette préférence pour les climats humides (fig. 28).

On tracera aussi les deux courbes exprimant la densité de cette espèce en fonction de l'altitude, obtenues en séparant les relevés de climat sec (indice d'aridité de juillet de 10 à 30) et de climat humide (indice d'aridité de juillet de 40 à 60). On obtient deux courbes en cloche assez régulières (fig. 29), le maximum des lieux humides est nettement supérieur au maximum des lieux secs, ce qui renforce la conclusion précédente.

On constate d'autre part que les deux courbes sont très fortement décalées l'une par rapport à l'autre en altitude, ce qui n'est pas fréquent. Il semble donc que, contrairement à ce que l'on observe chez beaucoup d'espèces, humidité et température sont deux facteurs qui n'agissent pas séparément, mais en liaison étroite : la sécheresse implique la vie de l'animal à des altitudes plus élevées, donc à des

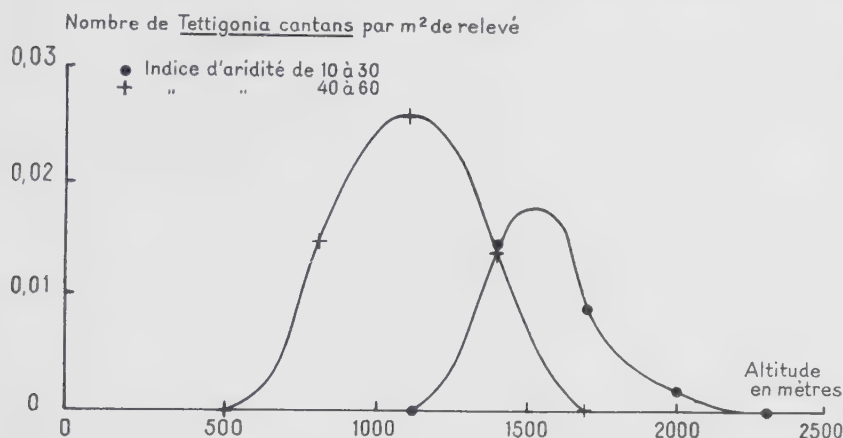


FIG. 29. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Tettigonia cantans* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec); l'hygrophilie de l'espèce est confirmée.

températures plus basses; inversement, une forte humidité conditionne la répartition de cette espèce à une altitude inférieure, donc à des températures plus élevées.

Influence de la température.

On procédera comme pour les indices d'aridité, répartissant les relevés en 5 classes de température — il s'agit de la température de juillet au niveau de la mer, pour pouvoir comparer entre eux les relevés des différentes altitudes —, et dans chaque classe on calculera la proportion de relevés contenant *Tettigonia cantans*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. cantans</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>T. cantans</i>
Entre 20 et 21°.....	39	8	0,20
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	16	0,17
23 et 24°.....	129	3	0,02
24 et 25°.....	24	3	0,12

Si ce tableau semble montrer une légère préférence de *Tettigonia cantans* pour les climats plus froids (fig. 30), la sûreté de cette interprétation est très sujette à caution et il est bien difficile de conclure.

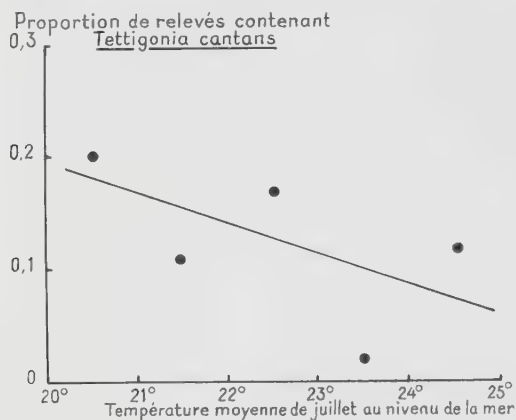


FIG. 30.
Variation de la fréquence de *Tettigonia cantans* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; l'espèce préfère les climats froids.

Pour obtenir d'autres informations, il importe de tracer les courbes exprimant la densité de l'espèce en fonction de l'altitude, en séparant les relevés des climats froids (20 à 22°), chauds (23 à 25°) et moyens

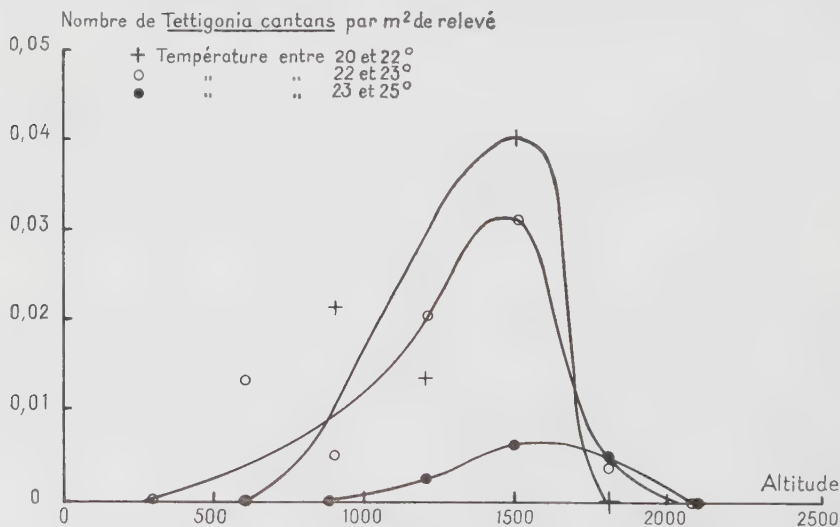


FIG. 31. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Tettigonia cantans* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, o climat de juillet intermédiaire, les températures étant ramenées au niveau de la mer). La préférence de l'espèce pour les climats froids est confirmée.

(22 à 23°) (fig. 31). En raison du petit nombre de captures de *Tettigonia cantans*, les points ne sont pas déterminés avec sécurité et le tracé des courbes est très incertain pour les faibles altitudes, et ne

devient plus sûr que vers 1 000 m. On obtient 3 courbes en cloche approximatives, avec des maxima d'altitude très voisine (1 500 m environ) et échelonnés régulièrement, celui des climats froids étant de 0,04 par m², moyens de 0,03, et chauds inférieur à 0,01.

On peut donc admettre que *Tettigonia cantans* est une espèce plutôt thermophobe, mais la corrélation assez marquée en France des climats chauds et secs enlève de la valeur de cette affirmation.

Pour prendre le problème par un autre côté, on va calculer approximativement la température réelle de juillet pour chaque relevé contenant l'espèce — ce qui peut se faire puisqu'on connaît, grâce à une carte, la température ramenée au niveau de la mer et que l'altitude connue permet de faire la correction nécessaire.

Interaction température-humidité.

Tous les relevés contenant *Tettigonia cantans* ainsi déterminés au point de vue de l'indice d'aridité de juillet et de la température moyenne vraie de juillet, il devient intéressant de les placer sur un

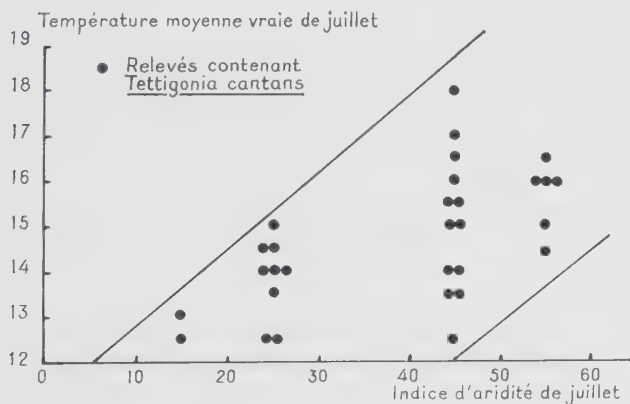


FIG. 32. — La position de l'ensemble des relevés contenant *Tettigonia cantans* sur un diagramme humidité-température vraie définit le domaine d'existence de l'espèce; la sténothermie est particulièrement prononcée dans un climat sec.

graphique obtenu en portant la première quantité en abscisses et la seconde en ordonnées (fig. 32).

On constate qu'ils se répartissent tous sur une bande que l'on peut séparer du reste du plan par deux lignes obliques parallèles. Entre ces deux lignes se trouve le domaine d'existence de l'espèce; en dehors, les conditions ne lui sont pas favorables.

D'autre part, toutes les températures vraies des relevés contenant *Tettigonia cantans* sont comprises entre 12 et 18°; il est permis de

supposer que ces limites de températures — au moins la limite inférieure — sont *absolues*, c'est-à-dire qu'elles ne dépendent pas de l'humidité ou qu'elles en dépendent peu; ce n'est qu'entre elles que le domaine d'existence de l'espèce est limité par la conjugaison des deux facteurs; le domaine d'existence est donc borné, en plus des deux obliques, par deux horizontales correspondant aux ordonnées de 12 et 18°; toute une partie n'en est d'ailleurs pas utilisée, car il n'existe pas en France d'indice d'aridité supérieur à 60, et dans les régions très humides, il n'existe pas de relevés où la température dépasse 17°.

Résultats écologiques.

Il est facile d'interpréter ce diagramme : *Tettigonia cantans* supporte tous les indices d'aridité que l'on rencontre en France (sauf inférieurs à 10 peut-être, mais on sort là du domaine alpin) et les températures moyennes de juillet comprises entre 12 et 18°, mais certains domaines lui sont interdits.

La zone franchement méditerranéenne, très sèche (indice d'aridité de juillet inférieur à 10), ne lui conviendrait qu'avec une température de 11° environ au maximum; dans cette zone où la température au niveau de la mer est de 24 à 25°, il faudrait s'élever à 2 300 m pour obtenir 11°, et il n'existe pas dans cette région de montagnes aussi élevées. LA GRECA (1951) signale que dans les Apennins, en fait bien plus humides, l'espèce ne dépasse guère la moitié septentrionale de la péninsule italienne.

Les régions sèches — Pelvoux, Briançonnais, Alpes-Maritimes — ne sont supportées qu'à des températures faibles, obligeant l'insecte à s'élever assez haut; dans les régions humides — Vanoise, zone subalpine nord —, le développement en altitude atteint son maximum, la bande de température de 12 à 18° étant utilisée à plein. Dans les régions les plus humides (Massif du Mont Blanc, Chablais), *Phasgonura cantans* ne peut supporter les altitudes élevées, trop froides; il est probable que des explorations bien conduites, à des altitudes très basses qui ont été négligées parce qu'elles ne rentraient pas dans le cadre de cette étude, permettraient de découvrir cet insecte presque jusque dans la plaine, à moins que l'isotherme 18° soit pour lui une limite absolue.

Une démonstration en est donnée en partie par la découverte de LIENHART (1928) : *Tettigonia cantans* vivait dans la forêt d'Haye, près de Nancy, à 300 m d'altitude. En cet endroit, l'indice d'aridité est de 35 environ, la température moyenne de juillet voisine de 17°; sur le graphique du domaine d'existence, ces conditions se placent exactement sur la limite; en fait, il s'agit de capture en forêt où la température moyenne est toujours inférieure à celle qu'on trouve dans une

prairie, ce qui mettrait le point correspondant très à l'intérieur du domaine envisagé.

Toutes les montagnes françaises donnent des conditions favorables à cette espèce; aussi l'y rencontre-t-on; on pourrait également la découvrir en certaines régions humides et un peu élevées de l'Est de la France; mais l'Ardenne serait à la limite des régions possibles.

L'Europe septentrionale doit pouvoir l'abriter au niveau de la mer, dans les régions assez humides. A titre de vérification, on peut citer WEIDNER (1941) qui signale cette espèce à 500 m d'altitude dans la vallée du Main, en Hesse, et KUEHLHORN (1955), encore plus bas dans le Harz. L'Europe centrale étend son aire jusqu'en Asie occidentale; il s'agit bien d'une espèce de répartition angarienne.

Conclusion.

Chez cette espèce fort *sténotherme*, *inféodée* à des températures assez basses, les deux facteurs principaux — humidité et température — qui régissent la répartition des Orthoptères ne sont pas indépendants ou presque, comme c'est le cas le plus général, mais agissent en étroite liaison : une trop forte sécheresse n'est supportée qu'à température faible, une forte humidité empêche la montée en altitude. En France, c'est surtout en montagne qu'elle rencontre des conditions favorables, mais plus au Nord, elle doit devenir une espèce de plaine; de même, plutôt *hygrophile* dans nos pays, elle doit l'être beaucoup moins dans des régions plus froides.

Son écologie comme sa répartition générale indiquent une espèce angarienne, dont l'aire a été beaucoup plus vaste au moment des glaciations.

Antaxius pedestris.

Antaxius pedestris est un Tettigoniide du groupe des *Decticinæ*; il fait partie du genre très homogène *Antaxius* — si l'on en exclut *Cyrrantaxius bouvieri*, très différent des autres *Antaxius* et confiné à la Corse. C'est le seul *Antaxius* qui existe dans les Alpes, les autres se trouvant surtout dans les Pyrénées, l'Espagne et la bordure méridionale du Massif Central; toutes ces espèces françaises semblent surtout vivre à une certaine altitude, dans des massifs montagneux parfois proches de la mer, mais plus ou moins élevés.

C'est un Ensifère de taille moyenne, qui se distingue surtout des autres *Antaxius* par des caractères fondés sur les pièces génitales. La longueur du mâle est comprise entre 17 et 20 mm, celle de la femelle entre 18 et 23 mm. Sa teinte générale est brune, variée de

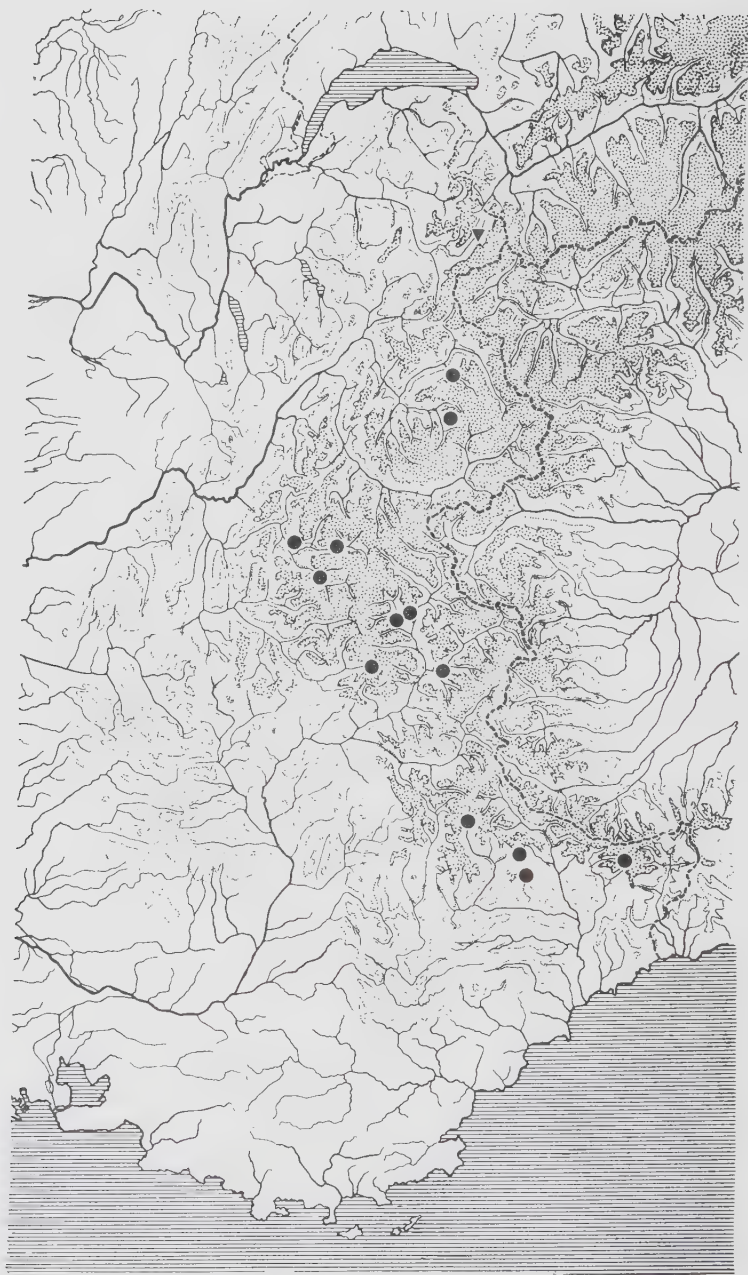


FIG. 33. — Emplacement des relevés contenant *Antaxius pedestris* (•).
Le triangle (▼) indique l'emplacement d'une capture isolée
faite près de Chamonix.

noir et de jaune clair. Les organes du vol sont très raccourcis dans les deux sexes et il n'existe pas de forme macroptère; les élytres du mâle atteignent 4 mm, se recouvrent et sont bien visibles, variés de noir et de blanc; ceux de la femelle, au contraire, sont très petits, latéraux et dépassent peu le pronotum, qui les cache presque complètement.

On trouve *Antaxius pedestris* un peu partout dans les Alpes françaises; du Mont Blanc aux Alpes-Maritimes (fig. 33) mais, très rare dans les Alpes du Nord, il ne se montre guère avant le Pelvoux; il n'a été trouvé que dans 13 relevés sur 300, soit 4 % environ, et il n'en a été capturé qu'une vingtaine d'individus sur 20 000 Orthoptères, soit 0,1 %. Il ne peut faire de doute que cette espèce est rare, même dans les Alpes du Sud; sa capture, souvent difficile, rend cette éva-

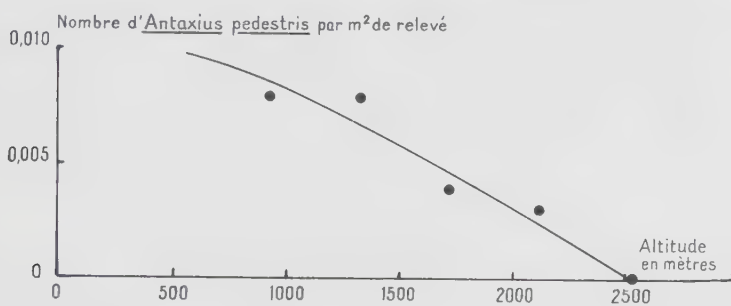


FIG. 34. — Variation de la densité d'*Antaxius pedestris* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises.

uation peut-être un peu sévère mais, de toute façon, on n'en rencontre guère plus que des individus isolés.

Antaxius pedestris se trouve un peu partout dans la chaîne alpine, des Alpes-Maritimes au Tyrol en passant par les massifs suisses et italiens et va jusqu'au Caucase. On le rencontre aussi dans les Pyrénées, toujours à une altitude moyenne — de 1 000 à 2 000 m environ —, et en Espagne. Mais il existe aussi en Provence et, d'après les collections du Muséum de Paris, presque jusqu'au niveau de la mer; ce n'est donc pas une espèce uniquement montagnarde.

Répartition en altitude.

Le petit nombre de captures obtenues de cette espèce permet cependant de tracer une courbe exprimant, en fonction de l'altitude, le nombre d'*Antaxius pedestris* par mètre carré de relevé, ce qui correspond à une évaluation de la densité (fig. 34). Cette courbe est évidemment assez sujette à caution, quand on considère le petit

nombre de relevés sur lequel elle est fondée. Elle donne cependant des renseignements utiles.

Le départ de cette courbe n'est pas connu, aucune capture d'*Antaxius pedestris* n'ayant été faite dans un relevé au-dessous de 1 000 m. La présence de cette espèce en plaine, en Provence, fait penser qu'elle débute par un palier; elle s'abaisse ensuite à partir de 1 300 m environ et la densité s'annule un peu au-dessus de 2 000 m; elle ne dépasse jamais 0,01 par m².

D'après cette courbe, *Antaxius pedestris* apparaît comme une espèce de la plaine, pénétrant facilement en montagne jusqu'à 2 000 m environ. Rappelons toutefois que la densité de cet Orthoptère en plaine n'est pas connue; il serait très possible que sa densité y baisse et la courbe prendrait ainsi une allure en cloche. On en est là évidemment réduit aux hypothèses.

Naturellement, le petit nombre de relevés comportant *Antaxius pedestris* rend illusoire le tracé de tout système de courbes différentielles visant à mettre en évidence le comportement de l'espèce dans des conditions climatiques extrêmes.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes dont l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calculera dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Antaxius pedestris*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Antaxius pedestris</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Antaxius pedestris</i>
Entre 10 et 20.....	39	3	0,08
20 et 30.....	117	8	0,07
30 et 40.....	20	0	0
40 et 50.....	80	2	0,02
50 et 60.....	39	0	0

La courbe correspondante est donnée par la figure 35.

Il semble à peu près sûr, malgré le très petit nombre de relevés sur lequel on opère, qu'*Antaxius pedestris* est une espèce *xérophile*, rarissime dans les régions humides, plus commune dans les régions sèches. Sa présence, assez fréquente semble-t-il en Provence, corrobore ce résultat; dans les Pyrénées, région d'humidité moyenne — généralement indice d'aridité de 30 à 40 —, il est présent, mais n'abonde pas. Cette xérophilie n'a toutefois rien d'absolu, car deux captures en Vanoise en témoignent, ainsi qu'un individu, aperçu isolé en dehors

d'un relevé, l'été 1960 à Chamonix, dans une des régions les plus humides des Alpes françaises, et au cours d'une saison particulièrement pluvieuse.

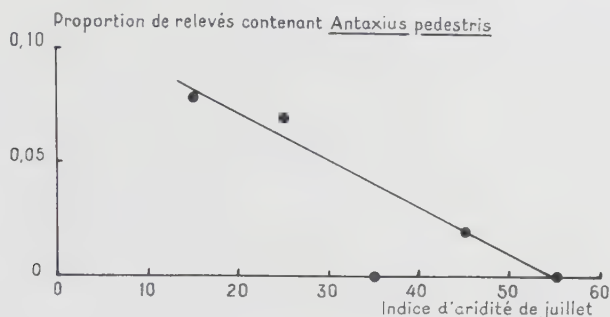


FIG. 35. — Variation de la fréquence d'*Antaxius pedestris* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la *xérophilie* de l'espèce est indiquée par la décroissance de la courbe, régulière si l'on excepte la classe médiane, fondée sur un trop petit nombre de relevés.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer entre eux les relevés d'altitudes différentes, on utilisera la température moyenne de juillet au niveau de la mer; l'ensemble des relevés est ainsi réparti en 5 classes de degré en degré et dans chaque classe on calculera la proportion de relevés contenant *Antaxius pedestris*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Antaxius pedestris</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Antaxius pedestris</i>
Entre 20 et 21°.....	39	0	0
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	3	0,03
23 et 24°.....	129	6	0,05
24 et 25°.....	24	4	0,17

Ce tableau montre de façon à peu près certaine la préférence marquée que présente *Antaxius pedestris* pour les régions chaudes, à tel point que, bien qu'il s'agisse d'une espèce que l'on rencontre assez haut en montagne, on peut la qualifier sans se tromper de *thermophile*. Sa présence dans la plaine provençale le confirme. La courbe correspondante est donnée par la figure 36.

Les températures *vraies* calculées pour chaque relevé contenant cet Orthoptère (moyenne de juillet) s'échelonnent entre 11°5 et 17°5, et il est probable que cette dernière limite est très en dessous de la vérité,

comme il convient à une espèce de Provence. Au contraire, la valeur de 11°5 — en Vanoise à 2 000 m d'altitude — est certainement une limite extrême, car elle est très en dehors des autres valeurs, une

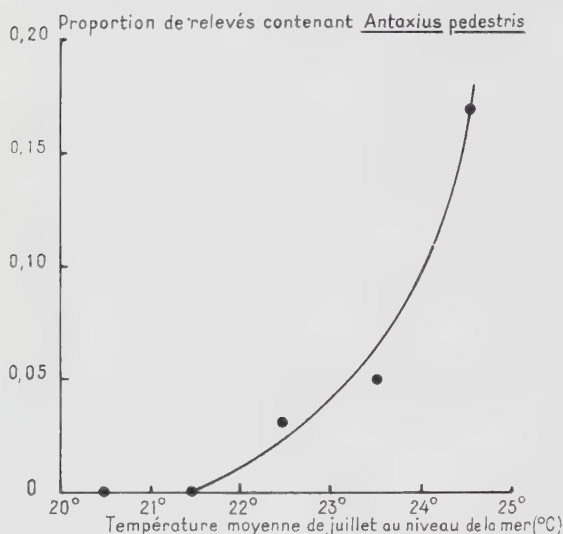


FIG. 36.

Variation de la fréquence d'*Antaxius pedestris* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; la thermophilie de l'espèce se manifeste par la croissance rapide et régulière de la courbe.

seule étant ensuite de 13° et les autres de 14° ou supérieures. *Antaxius pedestris*, espèce thermophile, est à coup sûr cependant assez résistante au froid.

Conclusion.

La rareté de cette espèce dans les Alpes rend son écologie, fondée sur les captures faites sur ce territoire, assez incertaine et pose de nombreux problèmes assez difficiles.

Antaxius pedestris, xérophile et thermophile, ne se trouve que dans l'extrême Sud de la France, ce qui est naturel, mais remonte assez haut vers le Nord à condition de se trouver en altitude, et on ne le trouve pas dans les plaines françaises où il trouverait cependant des conditions moyennes d'humidité et de température apparemment bien plus favorables que dans les Alpes du Nord où il est très rare, mais où il existe.

Force est bien de reconnaître que ces facteurs sont insuffisants pour expliquer la répartition de cette espèce; on peut admettre qu'elle est passée inaperçue dans une grande partie de la France, mais la faune des Orthoptères y est assez bien connue, surtout en plaine; l'hypothèse qu'elle est en réalité exceptionnelle dans la Basse Provence, plus adéquate, n'est cependant pas satisfaisante, car elle n'explique pas qu'*Antaxius pedestris*, qui peut se contenter de régions froides et humides — la Vanoise à 2 000 m —, n'existe pas dans la plaine

française; sa préférence pour les buissons, un peu au-dessus du sol, avec un microclimat différent de celui-ci, ne peut non plus expliquer cette curieuse répartition. L'hypothèse peut-être la plus vraisemblable est que cette espèce, xérophile mais tolérante à ce point de vue, n'est pas attachée à une *moyenne* de température mais à une insolation *intense*, quitte à être brève, caractère commun au climat montagnard et méditerranéen. La question, pour être résolue, exigerait une étude du comportement de l'espèce en dehors des Alpes, sur toute son aire de répartition.

Les caractères écologiques de cette espèce militent, comme sa répartition, en faveur d'une origine méditerranéenne, et il semble bien possible qu'il faille lui attribuer une origine ibérique, probablement montagnarde, comme aux autres *Antaxius* et au genre lui-même.

Anonconotus alpinus.

Anonconotus alpinus est un Tettigoniide de la sous-famille des *Decticinae*, habitant la haute montagne. Malgré nos recherches prolongées dans les stations où l'on avait signalé, dans les Alpes françaises, l'espèce voisine *Anonconotus apenninigenus*, il n'a été possible d'y trouver que des *Anonconotus alpinus* tout à fait normaux. D'ailleurs, les *A. apenninigenus* des collections du Muséum de Paris ne se sont pas confirmés comme tels, à un examen approfondi; l'un des meilleurs caractères spécifiques de cette espèce, le nombre d'épines aux tibias antérieurs de 1 ou 2 au lieu de 3 chez *A. alpinus*, est inconstant et, si l'on en croyait ce critère, beaucoup d'individus appartiendraient à l'une des espèces du côté droit et à l'autre du côté gauche ! Donc, jusqu'à plus ample information contraire, on tiendra *Anonconotus alpinus* comme la seule espèce représentant ce genre sur le territoire français.

C'est un Ensifère de taille moyenne (14 à 18 mm pour le mâle, 20 à 22 mm pour les femelles), dont la couleur varie du brun au vert plus ou moins foncé. Les élytres sont très réduits, ne dépassant pas 2 mm chez le mâle, encore plus petits et latéraux chez la femelle. On ne prendra pas en considération la variété *ghilianii* qui ne se distingue du type que par des caractères de coloration peu prononcés.

C'est une espèce largement répandue dans les Alpes, depuis le massif du Mont Blanc jusqu'aux Alpes-Maritimes; elle semble absente du Chablais mais présente, quoique rare, dans la zone subalpine (fig. 37). Elle a été trouvée dans 69 relevés sur 300, soit environ 23 %, soit une fréquence très élevée. Il en a été ramassé 434 échantillons sur 20 000 Orthoptères, soit un peu plus de 2 %; l'espèce est donc assez abondante.

En dehors des Alpes françaises, *Anonconotus alpinus* se trouve

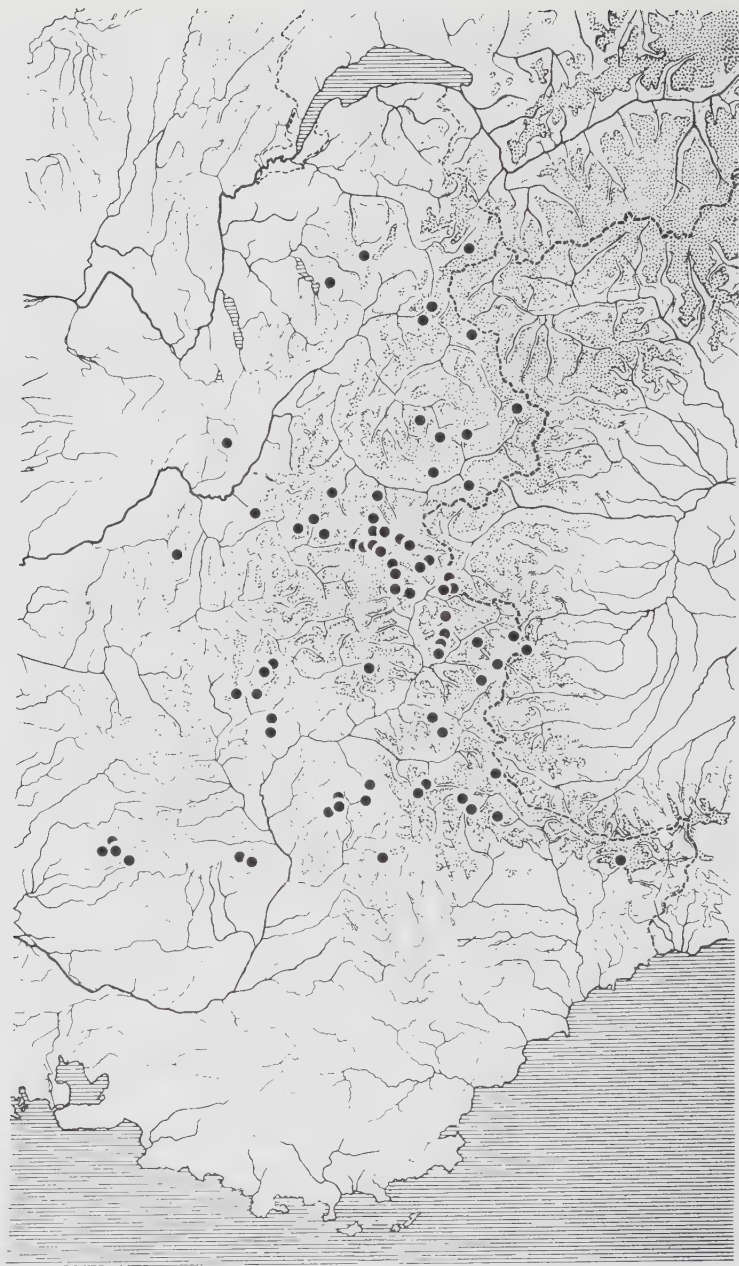


FIG. 37. — Emplacement des relevés contenant *Anonconotus alpinus*.
On remarquera sa fréquence bien moindre dans les Alpes du Nord.

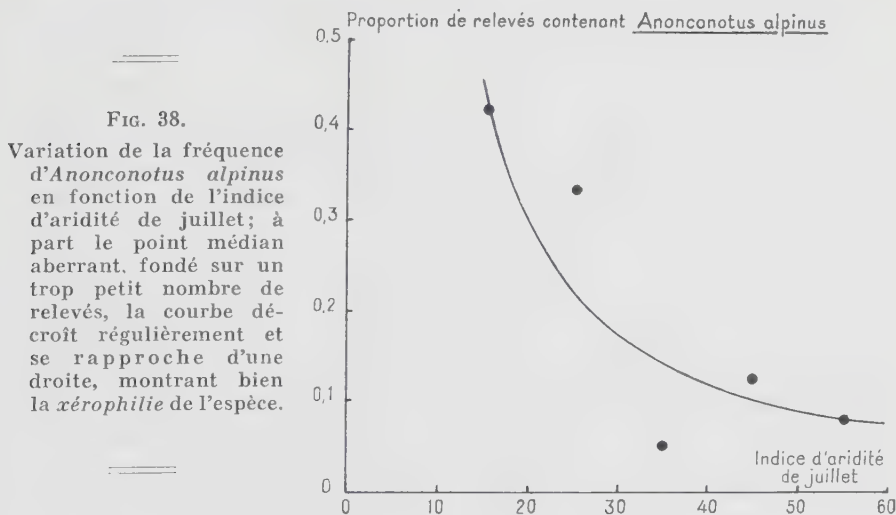
largement répandu dans les Alpes suisses et piémontaises; on le trouve également vers le Nord jusque dans le Jura; mais il est absent du Massif Central et des Pyrénées.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes définies par des valeurs variant de 10 en 10 de l'indice d'aridité de juillet, on calcule pour chaque classe la proportion de relevés contenant *Anonconotus alpinus*; on obtient ainsi le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. alpinus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. alpinus</i>
Entre 10 et 20.....	39	16	0,41
20 et 30.....	117	39	0,33
30 et 40.....	20	1	0,05
40 et 50.....	80	10	0,12
50 et 60.....	39	3	0,08

Ce tableau, fondé sur un nombre suffisant de valeurs, montre que cette espèce a une préférence marquée pour les régions les plus sèches des Alpes. La représentation graphique de ces valeurs en fonction de



l'indice d'aridité donnerait une droite régulière, mise à part celle obtenue pour la classe 30-40, cette classe beaucoup moins nombreuse donnant de plus importantes fluctuations aléatoires (fig. 38).

Pour compléter ces données, on construira les courbes exprimant la densité d'*Anonconotus alpinus* — c'est-à-dire le nombre par mètre carré de relevé — en fonction de l'altitude (fig. 39). On obtient deux courbes en cloche en séparant, d'une part les relevés pour les régions

sèches — indices d'aridité de 10 à 30 —, et d'autre part les relevés des régions humides — indices d'aridité de 40 à 60; ces courbes en cloche s'étendent toutes deux à peu près de 1 000 à 2 600 m d'altitude, mais celle des régions sèches possède un maximum environ deux fois plus élevé que l'autre (0,12 par m² au lieu de 0,06); elle est arrêtée plus brusquement du côté des altitudes élevées et se trouve de ce fait plus dissymétrique.

Ces deux tests sont donc concordants pour montrer la *xérophilie*

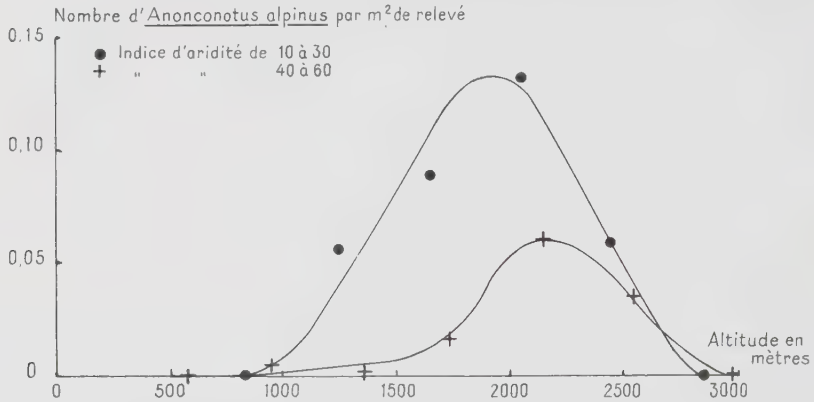


FIG. 39. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Anonconotus alpinus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec); la *xérophilie* de l'espèce est confirmée.

prononcée d'*Anonconotus alpinus*, bien que cette espèce puisse supporter des climats humides; son abondance et sa densité y sont cependant bien moindres.

Influence de la température.

On peut également diviser l'ensemble des relevés en 5 classes pour lesquelles la température moyenne de juillet, ramenée au niveau de la mer, varie de degré en degré; on calcule dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Anonconotus alpinus*; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. alpinus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. alpinus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	3	0,08
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	15	0,16
23 et 24°.....	129	46	0,35
24 et 25°.....	24	4	0,17

Ce tableau montre qu'*Anonconotus alpinus* fréquente peu les régions les plus froides des Alpes françaises, mais ce résultat est probablement dû à la grande humidité de ces mêmes régions, car l'espèce, fréquentant la haute montagne, n'est évidemment pas thermophile.

On peut aussi tracer les courbes différentielles exprimant en fonction de l'altitude le nombre d'individus par mètre carré de relevé, en séparant les relevés des régions les plus froides — moyenne de juillet entre 20 et 22° — et les relevés des régions les plus chaudes — moyenne de juillet entre 23 et 25° (fig. 40). On obtient deux courbes en cloche fortement dissymétriques, la courbe des régions chaudes

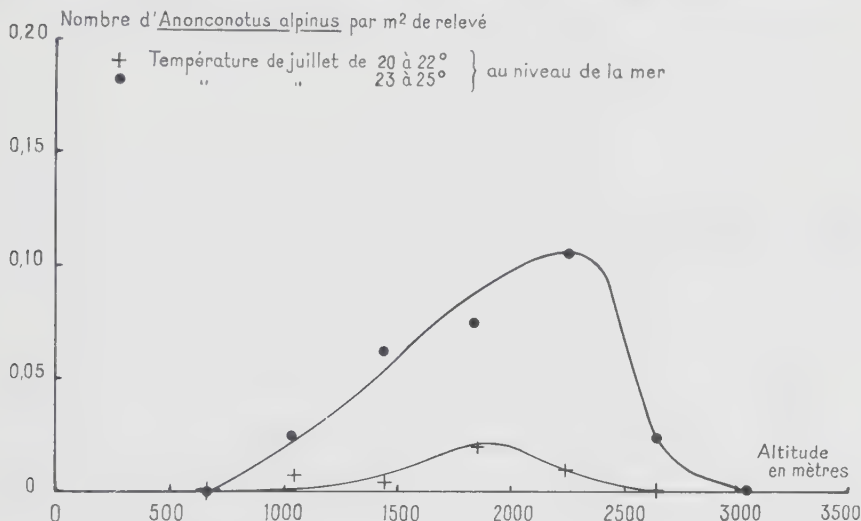


FIG. 40. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Anonconotus alpinus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer). L'espèce préfère les régions chaudes des Alpes françaises, mais probablement à cause de leur sécheresse.

ayant un maximum beaucoup plus élevé (0,1 par m²) que celle des régions froides (0,02 par m²). Ces maxima sont situés à des altitudes différentes : 1 900 m environ pour les régions froides, 2 300 m environ pour les régions chaudes, ce qui est naturel et donne pour optimum de l'espèce dans les deux cas une température vraie voisine de 9°5. L'écart des températures moyennes des relevés des deux courbes étant de 3° donnerait théoriquement une différence d'altitude optimale de 500 m, ce qui est en bon accord avec le résultat trouvé.

Interaction température-humidité.

Dans le but de définir le domaine d'existence d'*Anonconotus alpinus* pour l'échelle des températures vraies, celles-ci ont été calculées (moyennes de juillet) pour chaque relevé contenant l'espèce. Dans

leur ensemble, elles s'échelonnent entre 8 et 17°. Les deux températures les plus élevées, 16°5 et 17°, correspondent aux relevés 308 et 313, à 1 200 et 1 100 m d'altitude, respectivement au Mont Ventoux et sur le versant nord de la montagne de Lure; il est probable que ce dernier relevé correspond en fait à une température plus basse, car ce versant possède une climatologie spéciale due à sa pente très forte, analogue à celle qui abrite la célèbre forêt de la Sainte-Baume, véritable enclave de forêt médio-européenne dans un paysage botanique

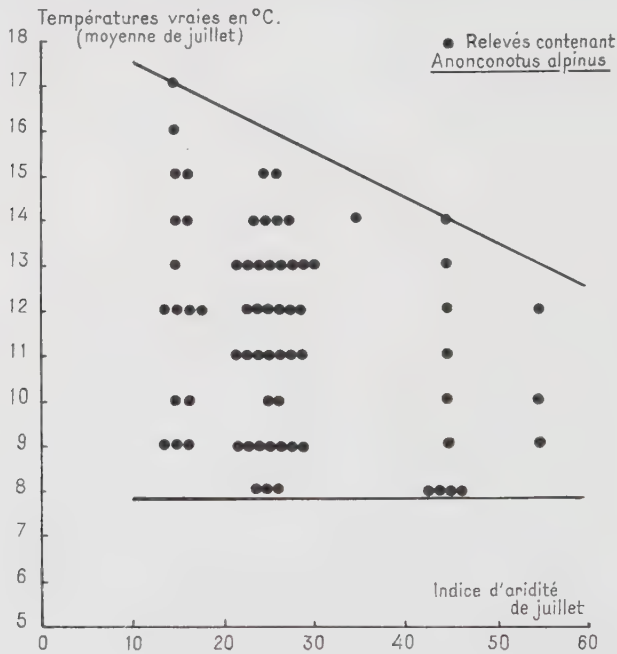


FIG. 41. — La position de l'ensemble des relevés contenant *Anonconotus alpinus* sur un diagramme humidité-température vraie définit le *domaine d'existence* de l'espèce; la sténothermie est plus prononcée dans les climats humides.

typiquement méditerranéen. Le lieu du relevé 308, au Mont Ventoux, est assez boisé, et ce facteur interviendrait peut-être pour baisser légèrement sa température. Il y aurait donc lieu de considérer plutôt 8 et 16° comme limites du domaine d'existence d'*Anonconotus alpinus*.

Si l'on fait une classification des relevés contenant l'espèce en les portant sur un graphique, avec l'indice d'aridité en abscisses et la température vraie de juillet en ordonnées, chaque relevé étant figuré par un point (fig. 41), on constate que les limites supérieures de température croissent assez régulièrement quand l'indice d'aridité diminue. Les relevés de 16 et 17° déjà mentionnés représentent la limite pour les régions les plus sèches, alors que pour les régions les

plus humides, on ne trouve pas de relevés à des températures plus élevées que 12°.

En d'autres termes, *Anonconotus alpinus* ne peut supporter les températures les plus hautes de son habitat que dans les milieux les plus secs, dont on a déjà remarqué qu'ils étaient les plus favorables à l'espèce. Dans des régions plus humides, moins favorables, l'Orthoptère fait montre d'une tolérance bien moindre dans le domaine des températures élevées. On peut tracer de la sorte un domaine d'existence de l'espèce en fonction des deux coordonnées humidité-température, et ce domaine sera limité vers le haut par une ligne oblique et non parallèle à l'axe des indices d'aridité, comme dans le cas où la résistance à la température ne dépendrait pas de l'humidité.

Conclusion.

L'étude de cette espèce de haute montagne a montré une écologie très intéressante. Existant dans toutes les gammes d'humidité régionale, ses courbes de répartition font cependant apparaître *Anonconotus alpinus* comme très nettement *xérophile*.

On ne peut définir de façon aussi absolue le domaine d'existence de température de l'espèce, car celui-ci est essentiellement variable avec l'humidité de la région, variant de 8 à 12° pour les plus humides à 8 à 17° pour les plus sèches, de façon régulière. Une humidité trop élevée, défavorable à *Anonconotus alpinus*, l'empêche de supporter de trop hautes températures, et rend l'espèce encore plus *sténotherme*.

Ceci rappelle exactement les phénomènes observés sur *Tettigonia cantans*, mais en sens inverse : cette dernière espèce, *hygrophile*, devenait d'autant plus *sténotherme* que le climat était plus sec.

Des conditions d'humidité et de température pouvant convenir à *Anonconotus alpinus* se retrouveraient exactement dans les Pyrénées et le Massif Central, certains point de Bretagne étant éliminés de justesse et les Vosges plus largement. Pourtant, l'espèce n'y existe pas. Expliquer cette absence est évidemment du domaine de l'hypothèse, mais on peut invoquer avec vraisemblance une extension très tardive de cet Orthoptère, arrêtée rigoureusement par la zone méditerranéenne et la vallée du Rhône, postérieurement aux périodes glaciaires; autrement, l'espèce aurait pu se réfugier au cours du réchauffement dans des massifs secs et froids comme le Canigou.

Il est en tout cas certain qu'*Anonconotus alpinus* a pour origine les Alpes et même, pourrait-on dire, les zones sèches des Alpes. Loin de faire partie du groupement angarien, il a probablement pour origine une souche méditerranéenne qui a gagné peu à peu la plus grande partie des Alpes à partir de celles de Provence. Les auteurs en font volontiers une espèce égéenne, originaire des régions montagneuses du Sud de l'Europe.

Pholidoptera chabrieri.

Ce beau Tettigoniide se distingue facilement par ses teintes vives, variées de brun, de vert et de jaune, des autres *Pholidoptera* français, de couleur générale brun foncé. RAMME a créé pour cette espèce le genre *Eupholidoptera*.

C'est un insecte d'assez grande taille — 19 à 26 mm pour les mâles, 21 à 30 mm pour les femelles —, très brachyptère; les élytres ne dépassent le pronotum que de 1 ou 2 mm.

C'est surtout une espèce de buissons, et des lisières ou des clairières des bois; elle est rare dans les Alpes, trouvée dans 7 relevés sur 300 seulement, à peine plus de 2 %, et il n'en a été ramassé que 46 exemplaires sur 20 000 Orthoptères : 0,23 % des effectifs. Il peut arriver cependant qu'elle compose une fraction importante de l'effectif d'un relevé, jusqu'à 50 %.

C'est essentiellement une espèce du midi méditerranéen, débordant sur les basses montagnes voisines (fig. 42); elle se trouve sur toute la côte jusqu'en Grèce, pénètre dans le Tyrol et la Suisse méridionale, existe aussi en Corse.

Influence de l'humidité.

Sur les 7 relevés contenant *Pholidoptera chabrieri*, 6 ont été faits sur des lieux d'indice d'aridité compris entre 10 et 20, un seul entre 20 et 30. Il s'agit donc, à n'en pas douter, d'un insecte extrêmement *xérophile*, et la localité citée par BAYARD, de la vallée de la Bourne, dans l'Isère, semble très surprenante, à moins qu'il ne s'agisse de la région toute proche du confluent avec l'Isère, qui présente un caractère bien différent du cours encaissé de cette rivière, et qui est beaucoup plus chaude et plus sèche.

Tous ces relevés proviennent du Mont Ventoux et de la montagne de Lure, où *Pholidoptera chabrieri* est un élément caractéristique de la faune des Orthoptères; un seul a été fait dans les Basses-Alpes, dans des conditions analogues aux précédents : buissons ou lisières des bois. Malgré cette localisation défavorable, cette espèce passe rarement inaperçue à cause de ses vives couleurs et de son chant nocturne.

Répartition en altitude.

Il est tout à fait inutile de séparer cette répartition suivant que l'on se place en région sèche ou en région humide, puisqu'il s'agit d'une espèce strictement *xérophile*. On étudiera donc sa répartition générale en altitude, en traçant la courbe représentant le nombre de *Pholidoptera chabrieri* par mètre carré de relevé, en fonction de l'altitude (fig. 43).

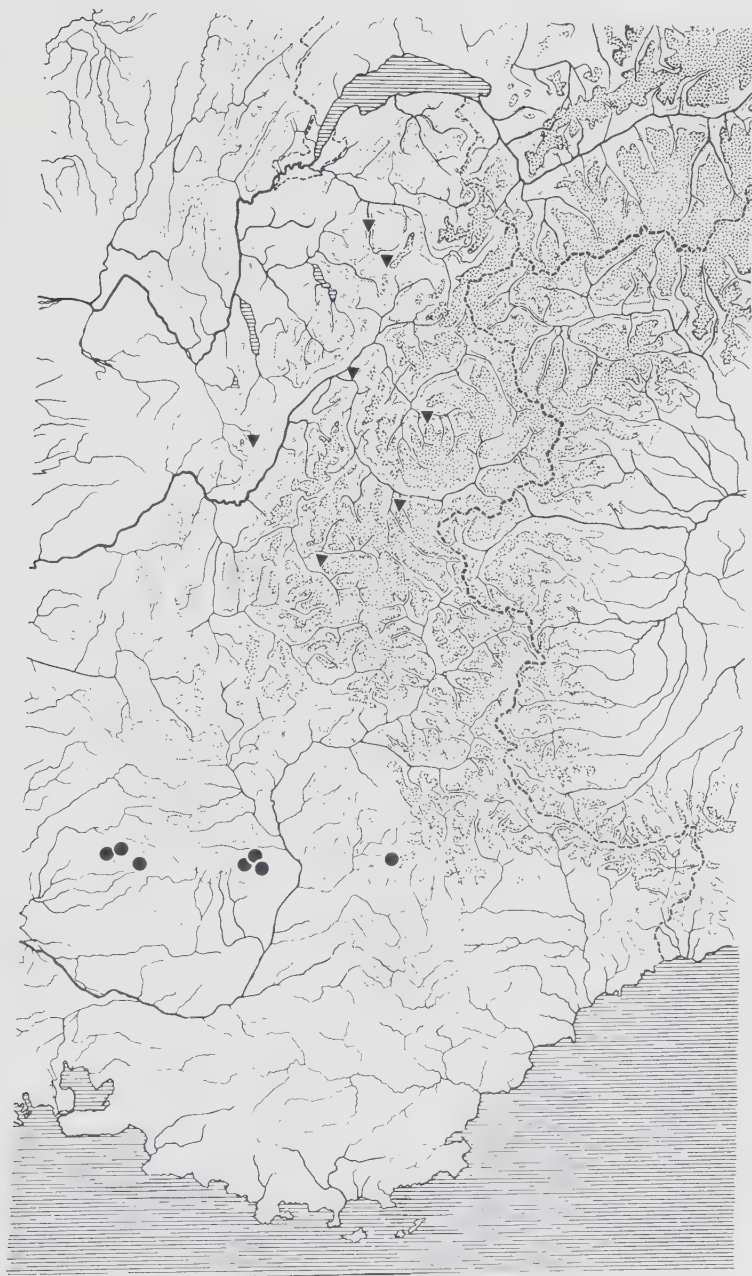


FIG. 42. — Emplacement des relevés contenant *Pholidoptera chabrieri* (•), espèce localisée dans les Alpes de Provence, et *Pholidoptera griseoaptera* (▼) espèce cantonnée au contraire dans les Alpes du Nord.

On constate que l'espèce ne dépasse pas 1 600 m, d'après les relevés effectués; plus bas, *Pholidoptera chabrieri* semble croître en abondance quand l'altitude diminue, et on peut penser que sa densité forme un palier maximum au niveau de la mer. On possède en effet très peu de relevés des Alpes du Sud au-dessous de 1 000 m, car les représentants de la faune montagnarde y sont presque toujours absents, et l'étude de ces relevés n'est pas en conséquence d'un intérêt direct pour le sujet de ce travail. Il se peut en fait que l'espèce soit plus abondante à une certaine altitude — vers 1 000 m par exemple —



FIG. 43. — Variation de la densité de *Pholidoptera chabrieri* en fonction de l'altitude pour les relevés des Alpes du Sud, cette espèce n'existant pas dans les Alpes du Nord.

et diminue au-dessus et en dessous; cela ne semble pas très probable, et on peut tabler sur une densité de 0,1 par m² au niveau de la mer, toutefois avec réserve.

Influence de la température.

Tous les relevés contenant *Pholidoptera chabrieri* ont été faits dans des régions où la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer était comprise entre 23 et 24°. Ceci ne donne guère d'indication sur son écologie, car il est probable que c'est une conséquence de sa prédilection pour les régions sèches, dont la coïncidence avec les régions chaudes est assez marquée dans les Alpes françaises.

Par contre, ceci permet de calculer les températures moyennes vraies de juillet des relevés où l'espèce a été trouvée; on obtient les valeurs suivantes : 14°5, 15°, 15°5, 15°5, 16°5, 16°5, 18°5. Il est donc assez probable que l'on peut fixer 14° comme la limite inférieure de

température de l'espèce, qui serait assez *sténotherme* et, en tout cas, *thermophile*, eurythermie et thermophilie étant moins prononcées si l'insecte devient moins abondant quand on s'approche du niveau de la mer.

Conclusion.

La *xérophilie* très marquée de *Pholidoptera chabrieri* est évidente; malheureusement, l'absence de relevés faits en pleine région méditerranéenne, en dehors du vrai domaine alpin, ne permet pas de conclure de façon aussi nette au sujet de l'influence de la température sur cette espèce, certainement *thermophile*, mais dont l'*eurythermie* peut être assez étendue, si *Pholidoptera chabrieri* croît régulièrement en densité jusqu'au niveau de la mer; ou faire place à une *sténothermie* assez large si cette espèce disparaît au-dessous d'une certaine altitude, ce qui n'est certainement pas vrai, ou même diminue de densité, ce qui est plus possible. Une rapide étude permettrait de fixer facilement ce point, qui ne rentre pas exactement dans les limites de ce travail.

En résumé, cette espèce, d'origine méditerranéenne à coup sûr, ne fait partie de la faune des Alpes que très secondairement, par colonisation progressive des chaînes de montagne proches de la côte, jusqu'à une altitude moyenne. Cette pénétration doit être récente, ce qui expliquerait qu'on ne trouve pas cet Orthoptère dans le bassin aquitain, dont une grande partie lui présenterait cependant des conditions climatiques favorables.

Pholidoptera griseoptera.

Pholidoptera griseoptera est la plus petite espèce française du genre : 13 à 17 mm pour le mâle, 15 à 19 mm pour la femelle. Les élytres du mâle sont bien découverts, couvrent la moitié de l'abdomen, ceux de la femelle sont très petits; la teinte générale est d'un gris cendré, varié de brun et de noir.

Cette espèce, comme la précédente, a tendance à fréquenter les buissons, les lisières des forêts, les hautes herbes. Elle n'a été trouvée dans les Alpes que rarement, et uniquement dans des relevés des Alpes du Nord (fig. 42) (7 relevés sur 300, soit à peine plus de 2 %, et il n'en a été ramassé que 16 individus sur 20 000, moins de 0,1 %). Différents auteurs l'ont capturée dans les Alpes-Maritimes et les Basses-Alpes; malgré de nombreuses recherches, il n'a pas été possible de l'y retrouver.

Pholidoptera griseoptera est signalée dans les forêts des environs de Paris, commune dans toute la France, sauf le Midi où elle est plutôt montagnarde; enfin, son aire de répartition est donnée comme s'étendant à toute l'Europe.

Influence de l'humidité.

On examinera tout d'abord la proportion de relevés contenant *Pholidoptera griseoptera* dans chacun des groupes de relevés classés par indice d'aridité de juillet, croissant de 10 en 10. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ph. griseoptera</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ph. griseoptera</i>
Entre 10 et 20.....	39	0	0
20 et 30.....	117	2	0,017
30 et 40.....	20	1	0,050
40 et 50.....	80	2	0,025
50 et 60.....	39	2	0,050

La courbe correspondante est donnée par la figure 44.

Autant que l'on puisse en conclure d'après le faible nombre de relevés possédés, qui rend les fluctuations aléatoires très gênantes,

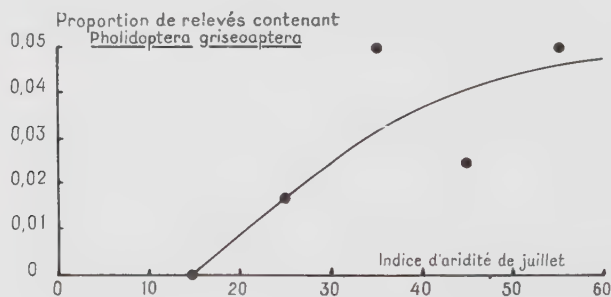


FIG. 44. — Variation de la fréquence de *Pholidoptera griseoptera* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la répartition des points, fondée sur un trop petit nombre de relevés, est irrégulière, mais semble bien indiquer une espèce *hygrophile*.

Pholidoptera griseoptera semble présenter une caractère nettement *hygrophile*, ce qui est confirmé par son habitat, toujours relativement abrité, ou proche des arbres, qui augmentent nettement la teneur en vapeur d'eau du voisinage. Il serait souhaitable, à cause de cela, de connaître exactement les modalités des captures des Alpes-Maritimes.

Répartition en altitude.

Le petit nombre de relevés utilisables conduit à les rassembler tous pour obtenir une courbe globale exprimant, en fonction de l'altitude, le nombre de *Pholidoptera griseoptera* par mètre carré de relevé. Malgré l'incertitude due aux documents insuffisants, il est clair que la courbe part d'un palier de l'ordre de 0,04 individu au mètre carré de relevé et s'abaisse très rapidement à partir de 700 m d'altitude environ pour s'annuler à 1 500 m (fig. 45).

Pholidoptera griseoptera n'appartient donc que secondairement

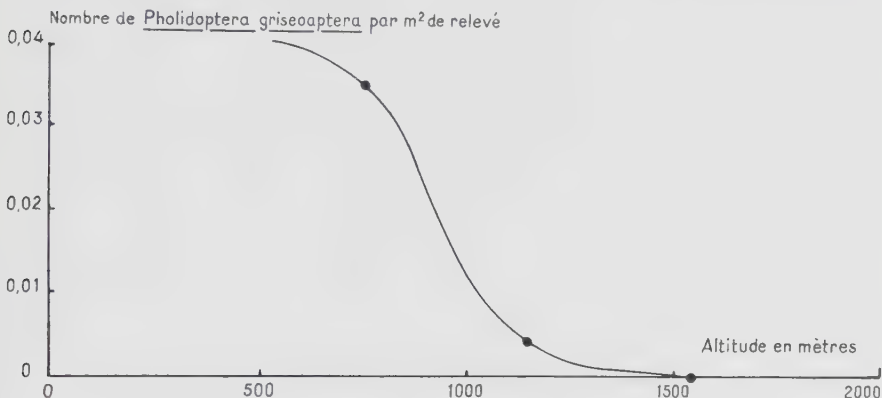


FIG. 45. — Variation de la densité de *Pholidoptera griseoptera* en fonction de l'altitude pour l'ensemble des Alpes françaises.

à la faune des Alpes où il n'est qu'un intrus; c'est une espèce de plaine, supportant mal l'altitude et qui ne monte que dans le bas de la zone montagnarde.

Influence de la température.

Il faut probablement chercher le facteur réel de cette limitation dans la température; les relevés contenant *Pholidoptera griseoptera* ont tous été faits dans des régions de température froide ou moyenne; il semble que les températures trop élevées lui soient interdites.

Cette double limitation — par le froid en altitude, par la chaleur vers le Sud — est mieux mise en évidence en utilisant les températures vraies de juillet des relevés contenant l'Orthoptère; on trouve facilement les valeurs : 12°5, 13°5, 14°5, 16°, 17°, 18°5, 19°. On peut donc fixer — en comptant un peu largement à cause du petit nombre de chiffres sur lequel est fondée l'étude — de 12° à 20° le domaine de température dans lequel peut vivre *Pholidoptera griseoptera*.

Conclusion.

Malgré le très petit nombre de relevés sur lequel elle est fondée, cette étude donne des résultats satisfaisants. *Pholidoptera griseoptera* est une espèce nettement hygrophile, bien que les captures d'auteurs divers dans les Alpes du Sud apportent peut-être une certaine restriction à cette affirmation. On peut considérer, en tout cas, que les régions d'indice d'aridité de juillet inférieur à 30 ne lui sont guère favorables.

Pholidoptera griseoptera est d'autre part une espèce assez *sténotherme*, évoluant entre des températures moyennes de juillet de 12° à 20° environ. Ceci l'empêche, d'une part de monter bien haut en montagne, et d'autre part probablement de fréquenter tout le Midi méditerranéen de basse altitude et le Bassin Aquitain.

Ces conditions assez larges, très fréquentes en Europe moyenne, en font une espèce qui se rencontre à peu près partout dans celle-ci, montant un peu lorsque la température est trop élevée. Par rapport à nos pays, c'est plutôt une espèce thermophobe dont l'optimum doit se situer vers 16° C. C'est pourquoi l'hypothèse de KARNY (1907) selon laquelle *Pholidoptera griseoptera* est une espèce *baltique* paraît beaucoup mieux confirmée par les faits écologiques que celle de la majorité des autres auteurs, comme GRASSÉ (1929), qui en font une espèce pontique.

Platycleis denticulata.

Platycleis denticulata est un Ensifère de l'important genre *Platycleis*, faisant partie du sous-genre *Platycleis sensu stricto*. Longtemps confondu avec *Platycleis grisea*, il s'en distingue principalement par la forme de la plaque sous-génitale (ZEUNER, 1941) chez la femelle, mais le mâle est de distinction beaucoup plus délicate; en fait, ces deux espèces sont très voisines : *P. grisea* habite l'Europe orientale et méridionale — cette dernière en montagne — et *P. denticulata* l'Europe occidentale; il s'agit, selon toute probabilité, de deux espèces vicariantes, d'origine commune et de divergence assez récente; d'ailleurs leur hybridation paraît prouvée dans les régions qu'elles fréquentent toutes deux. *P. grisea* n'existe pas en France continentale et ne se trouve qu'en Corse; par contre, *P. denticulata* est répandue sur l'ensemble du territoire français.

C'est un Ensifère de taille moyenne (18 à 22 mm pour le mâle, 22 à 26 mm pour la femelle), de teinte générale grisâtre ou jaunâtre; élytres et ailes sont bien développés et permettent le vol. On en a décrit plusieurs formes dont la valeur reste à démontrer généti-

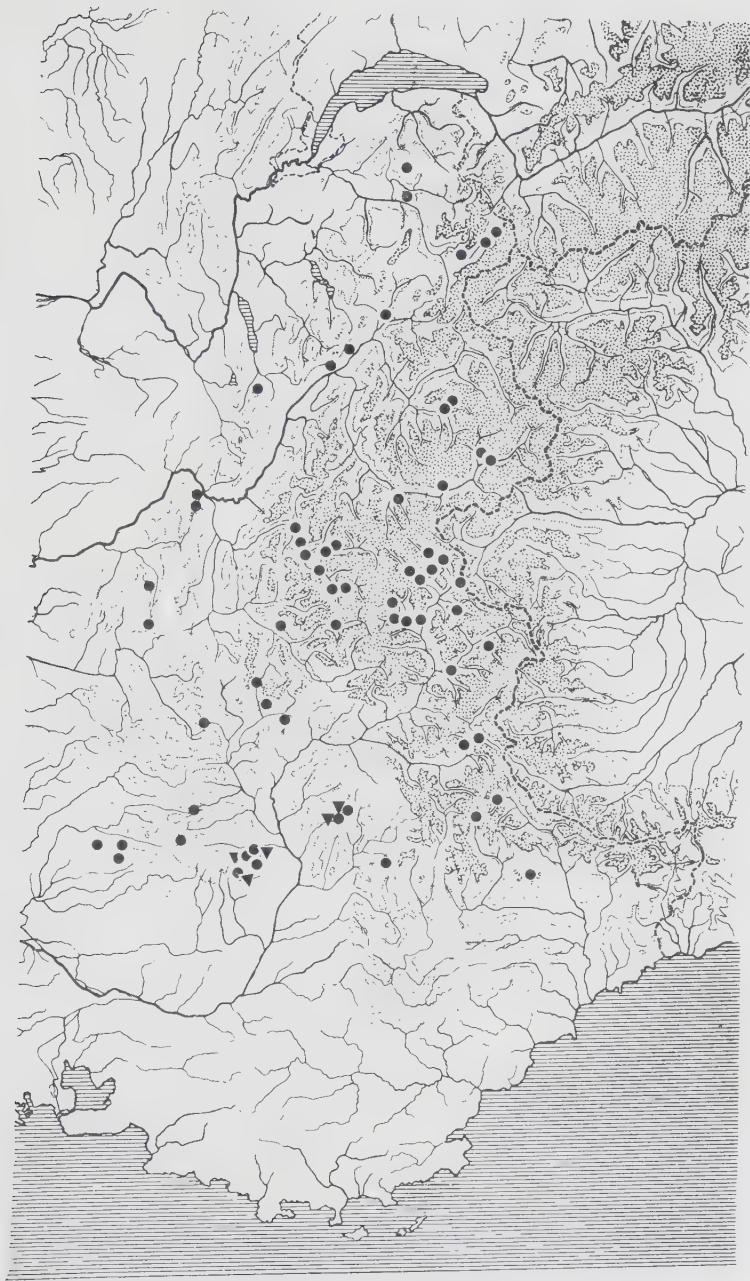


FIG. 46. — Emplacement des relevés contenant *Platycleis denticulata* (●) et *Platycleis tessellata* (▼), cette dernière espèce localisée dans les Alpes de Provence.

quement; seule d'ailleurs, la forme typique habite les Alpes et la plus grande partie de la France continentale.

Platycleis denticulata est commun dans toutes les Alpes françaises et se trouve du Chablais aux Alpes-Maritimes (fig. 46), un peu partout, mais presque jamais au-dessus de 2 000 m d'altitude; en fait, c'est une espèce qui se trouve aussi bien en plaine qu'en montagne et qui est assez ubiquiste, avec cependant une prédilection pour les milieux plutôt secs; une trop grande humidité l'écarte. Dans les Alpes, elle a été trouvée dans 64 relevés sur près de 300 réalisés, c'est-à-dire dans une forte proportion de ceux-ci — plus de 20 % — si l'on veut bien considérer qu'ils ont été faits dans les milieux les plus divers. Son abondance reste très moyenne : de 0,1 à 0,2 par m², mais c'est cependant un des Ensifères les plus communs, car en France, il n'en est pratiquement aucun qui atteigne la banalité de certains Acridiens; mais il n'en a été récolté que 224 exemplaires sur un total de 20 000 Orthoptères, soit guère plus de 1 %.

Influence de l'humidité.

Son étude se fera par l'intermédiaire de l'indice d'aridité; tous les relevés sont classés en cinq catégories d'indice d'aridité de juillet croissant et dans chacune on examine la proportion de ceux qui contiennent *Platycleis denticulata*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. denticulata</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. denticulata</i>
Entre 10 et 20.....	38	14	0,37
20 et 30.....	117	30	0,25
30 et 40.....	20	7	0,35
40 et 50.....	80	7	0,09
50 et 60.....	38	6	0,16

Ce tableau montre tout de suite que les indices d'aridité élevés (lieux humides) sont plutôt défavorables à l'espèce, alors que les indices d'aridité faibles (lieux secs) donnent une bien plus grande fréquence de *Platycleis denticulata*. La courbe correspondante est donnée par la figure 47.

Pour compléter ces données, on étudiera les variations, en fonction de l'altitude, du nombre de *Platycleis denticulata* au mètre carré de relevé, en séparant les relevés de région humide — indice d'aridité de 40 à 60 — et ceux de région sèche — indice d'aridité de 10 à 30. On obtient deux courbes très régulières et très démonstratives (fig. 48).

Ces courbes indiquent qu'il s'agit d'une espèce de plaine, car elles partent d'un palier montrant que la densité est à son maximum.

A mesure que l'altitude augmente (à partir de 1 000 à 1 200 m), la densité baisse progressivement pour s'annuler vers 1 600 m (régions humides) ou vers 2 200 m (régions sèches). Mais le caractère principal

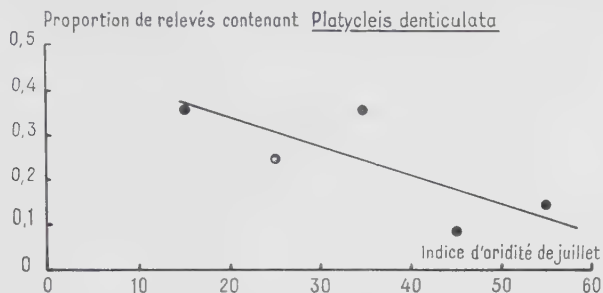


FIG. 47. — Variation de la fréquence de *Platycleis denticulata* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la répartition des points obtenus est assez irrégulière, mais semble bien indiquer une espèce *xérophile*.

de ces deux courbes est leur palier initial de valeur bien différente : alors qu'en plaine sèche la densité de l'espèce dépasse 0,3 au m², ce qui est important, surtout pour un Ensifère, en plaine humide elle ne dépasse pas une valeur dix fois moindre, soit 0,03 au m².

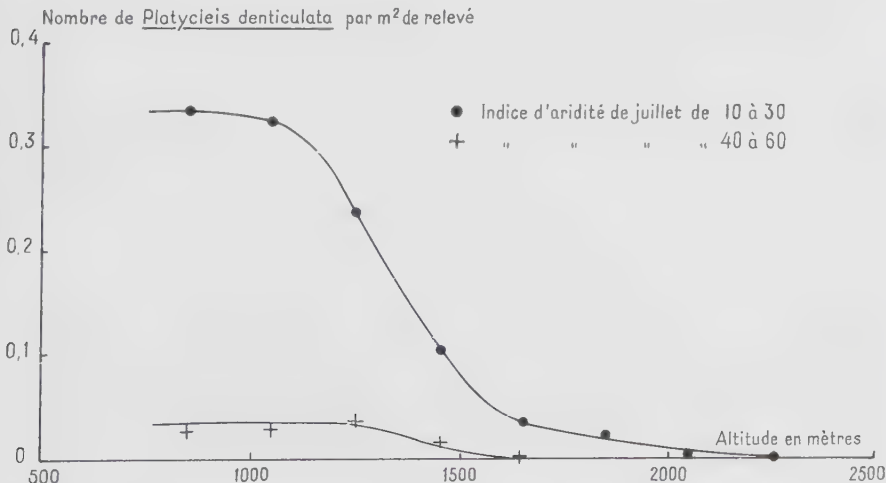


FIG. 48. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Platycleis denticulata* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, ● climat de juillet sec); elles sont très régulières et confirment parfaitement la *xérophilie* de l'espèce.

Platycleis denticulata s'affirme donc comme une espèce capable de supporter des conditions d'humidité très vastes, mais présente cependant des caractères nettement *xérophiles*.

Influence de la température.

Afin de pouvoir comparer des relevés d'altitude différente, on utilisera les températures ramenées au niveau de la mer; tous les relevés se répartissent alors en 5 classes, et la répartition de *Platycleis denticulata* se fait entre elles de la façon suivante :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. denticulata</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. denticulata</i>
Entre 20 et 21°.....	39	5	0,13
21 et 22°.....	9	3	0,33
22 et 23°.....	94	24	0,26
23 et 24°.....	129	30	0,23
24 et 25°.....	24	2	0,08

Ce tableau semble montrer que les régions de températures extrêmes ne sont pas très favorables à cette espèce et que les régions de température moyenne présentent des points beaucoup plus nombreux favorables à son existence. La courbe correspondante est donnée par la figure 49.

Pour avoir des renseignements supplémentaires, on tracera les

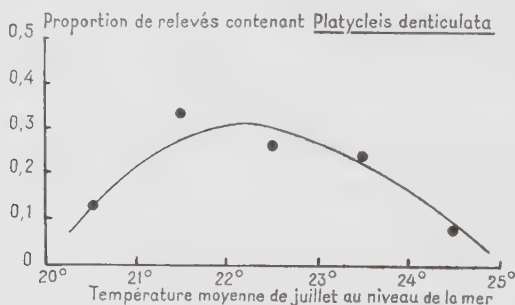


FIG. 49. — Variation de la fréquence de *Platycleis denticulata* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

courbes exprimant les variations de la densité de *Platycleis denticulata* en fonction de l'altitude, séparément pour les relevés des régions les plus froides (20 à 22° de moyenne de température de juillet), les plus chaudes (23 à 25°) et moyennes (22 à 23°) (fig. 50). On constate que les deux dernières courbes coïncident presque; partant d'un même palier qui correspond à une densité en plaine comprise entre 0,15 et 0,20 par m², elles baissent à partir de 1 000 m d'altitude et s'an-

nulent vers 2 000; un léger décalage indique toutefois que l'insecte monte plus haut dans les régions plus chaudes, ce qui est tout à fait prévisible. La courbe des régions les plus froides présente la même allure générale, mais part d'une densité inférieure à 0,1 par m² en plaine, et se termine à une altitude encore inférieure, tout à fait naturellement.

L'étude de la présence aux altitudes les plus élevées montre que *Platycleis denticulata* disparaît pour une température moyenne vraie de juillet de 11° C environ, qui semble être sa limite inférieure.

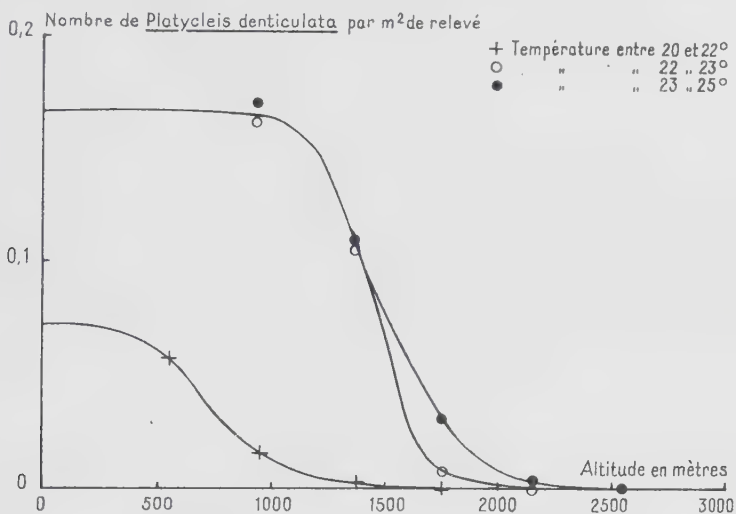


FIG. 50. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Platycleis denticulata* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, ○ climat de juillet intermédiaire, les températures étant ramenées au niveau de la mer).

Résultats écologiques.

Il résulte de ce qui précède que *Platycleis denticulata* est une espèce de plaine qu'une *eurythermie* assez prononcée autorise à coloniser les régions basses et moyennes des montagnes, d'autant plus haut que la température est plus élevée, naturellement. Les températures trop élevées comme trop basses lui interdisent toutefois une trop grande fréquence dans les régions où elles règnent; il semble bien cependant qu'à l'intérieur de ces limites, les températures au-dessous de 22° ne permettent pas, même là où l'insecte se trouve présent, d'atteindre la même densité que dans des régions plus chaudes; c'est au moins ce que suggèrent les deux courbes 22 à 23° et 23 à 25°, à très peu de chose près identiques, comparées à la courbe 20 à 22° bien plus basse; un facteur limitant doit être atteint pour cette température. Sa limite inférieure de température vraie — 11° — est atteinte en montagne et marque la borne de sa montée; sa limite supérieure ne semble

pas atteinte en France, mais l'abaissement de la courbe de la figure 49 vers la droite montre qu'on n'en est pas très loin; de fait, l'insecte vit en Espagne et au Maroc, mais il a tendance à y monter pour fuir les fortes chaleurs : c'est une espèce du Moyen-Atlas.

Platycleis denticulata s'accommode bien de conditions d'humidité diverses; c'est toutefois une espèce nettement *xérophile*, mais qui supporte pourtant la vie dans des régions assez humides. Toutefois, l'humidité freine très fortement sa pullulation et l'espèce, même présente dans des lieux d'indice d'aridité élevé, n'y atteint jamais une forte densité. C'est cependant une espèce résistante, pouvant bien se maintenir dans des conditions éloignées de l'optimum.

Conclusion.

Plutôt *thermophile* et *xérophile*, *Platycleis denticulata* est une espèce robuste, largement répandue, dont l'habitat normal est la plaine, mais capable en montagne de dépasser 2 000 m. Elle est encore présente dans un milieu peu favorable, mais ce milieu influe alors sur sa densité qui est fortement diminuée. C'est une espèce de la plaine médio-européenne, assez *eurytherme*. On lui attribue souvent une origine angarienne et son écologie ne s'oppose pas à cette hypothèse.

Platycleis tessellata.

Platycleis tessellata est un Ensifère du grand genre *Platycleis*. ZEUNER (1941) en a fait le type du sous-genre *Tessellana*, caractérisé principalement par la forme de l'appareil génital externe de la femelle, et nettement séparé des autres *Platycleis* français.

C'est une espèce de petite taille (13 à 19 mm), de teinte générale assez claire (brun jaunâtre ou verdâtre). Elytres et ailes sont bien développés et permettent le vol. Il semble que ce soit une espèce assez homogène, dans laquelle aucune variété n'ait été décrite.

Cet insecte est fort rare dans les Alpes françaises; il n'a été trouvé que dans 5 relevés sur 300 environ, et il n'en a été ramassé que 14 échantillons; ce qui en donne un pourcentage inférieur à 0,1 %. Dans ces relevés, il ne formait jamais une importante fraction de la population, mais, la densité moyenne étant forte, le nombre des représentants de l'espèce était assez grand.

En effet, *Platycleis tessellata* n'a été trouvé que dans des relevés des Alpes méridionales (fig. 46) (uniquement montagne de Lure et Basses-Alpes, près de Digne et Sisteron), à altitude assez basse (4 de 800 à 1 300 m, un seul à 1 700 m). Dans ces montagnes, d'allure déjà très provençale, la température est élevée en été et les populations d'Orthoptères sont souvent très denses; grâce à cela, l'espèce atteint une densité de 0,15 à 2 environ par m².

CHOPARD (1951) la signale comme existant dans toute la France, sauf au nord de la Seine, dans une bonne partie de l'Europe, en fait surtout l'Europe méridionale, et en Afrique du Nord.

Le très petit nombre de relevés contenant cette espèce empêche de faire de son écologie une étude aussi poussée que pour d'autres plus abondantes : tableaux de pourcentages en fonction des différents facteurs, courbes de densité différentielle perdent évidemment ici toute signification. Toutefois, à cause de sa répartition géographique très limitée dans les Alpes françaises, il est possible d'obtenir sur cette espèce des renseignements très instructifs.

Influence de l'humidité.

Sur les 5 relevés contenant *Platycleis tessellata*, 4 étaient faits dans des régions d'indice d'aridité compris entre 10 et 20, un seul entre 20 et 30 et vraisemblablement très proche de 20. Il s'agit donc certainement d'une espèce très *xérophile*, et d'ailleurs elle est commune sur toute la côte méditerranéenne. Malgré le petit nombre de relevés où elle se trouve, on peut considérer ce renseignement comme sûr.

Influence de la température.

Les renseignements sont ici plus nuancés. Pour les 5 relevés où on a trouvé *Platycleis tessellata*, le calcul de la moyenne de température vraie de juillet a donné : 18°5, 17°, 16°5, 15°5, 13°, cette dernière valeur correspondant à la capture la plus élevée : 1 700 m.

Il s'agit donc quand même d'une espèce plutôt *thermophile* — sa présence dans le Midi méditerranéen le confirme —, capable de supporter les grosses chaleurs et les recherchant. Elle monte fort peu en montagne, d'où son absence presque totale dans les Alpes françaises, sauf l'extrême Sud, mais peut cependant, en certaines occasions, supporter des températures assez basses — 13° —, surtout probablement sous l'influence du ciel très pur de la région de Sisteron où l'ensoleillement d'été est très important.

Résultats écologiques.

Cette espèce semble bien exiger un indice d'aridité de juillet faible — au plus égal à 30, même probablement plus faible — et ceci lui interdit une grande partie des Alpes. Toutefois, la plus grande partie de la France lui reste ouverte, excepté sa partie orientale, des Vosges au Vercors, et probablement une grande partie du Massif Central ainsi que l'extrême Nord où l'indice d'aridité est trop élevé.

La présence de *Platycleis tessellata* dans un relevé d'altitude assez forte, avec une température moyenne de juillet de 13°, montre que

c'est une espèce qui peut s'accommoder de températures faibles, et ce n'est pas ce facteur qui limitera son extension dans la plaine française. Toutefois, plus au Nord, ce facteur pourra commencer à jouer, et cette espèce ne pourra par exemple guère dépasser l'Allemagne, probablement.

En revanche, l'Afrique du Nord, chaude et sèche, aux caractères encore plus prononcés que le Midi méditerranéen, lui conviendra parfaitement, et elle s'y trouve effectivement. Il est probable que l'ensemble de ces côtes et leur arrière-pays sont les lieux auxquels l'espèce est le mieux adaptée. C'est avec vraisemblance que GRASSÉ (1929) lui donnait une origine méditerranéenne ou pontique, et une étude, même sommaire, comme celle-ci, de son comportement dans les montagnes le confirme tout à fait.

En effet, la pénétration très timide dans les régions élevées de *Platycleis tessellata*, pourtant répandu dans une très grande partie de la France, et ceci uniquement sur l'extrême bordure méridionale des Alpes, n'est pas sans rappeler le comportement d'espèces comme *Ephippiger terrestris*, *Stenobothrus grammicus*, *Stenobothrus fischeri*, toutes originaires d'un point ou de l'autre du littoral méditerranéen.

Conclusion.

Malgré le peu de données sur cette espèce, dû à sa faible pénétration en montagne, il est possible d'établir avec une grande vraisemblance ses caractères de *xérophilie* très prononcée et de *thermophilie* moins affirmée; en fait, il s'agit d'une espèce assez *eurytherme*. Il ne s'agit certainement pas d'une espèce angarienne, si nombreuses dans les populations d'Orthoptères de montagne, mais d'une espèce d'origine méditerranéenne.

Metrioptera brachyptera.

Metrioptera brachyptera est une des quatre espèces qui représentent le grand genre *Metrioptera* dans les Alpes françaises, avec *M. saussuriana*, *M. bicolor* et *M. ræseli*. Comme toutes ces espèces assez semblables, elle se distingue surtout par la forme des pièces génitales.

C'est la plus petite espèce parmi les *Metrioptera* français (12 à 16 mm); la teinte générale est brune, variée de vert. Les élytres sont plus courts que l'abdomen, pointus à l'extrémité, bordés de vert, ce qui distingue l'espèce de *M. saussuriana*, la plus voisine; de plus, la plaque sous-génitale de la femelle est moins échancrée que chez cette dernière et n'est pas carénée; les pièces génitales masculines sont aussi très différentes. Il existe une forme macroptère, non rencontrée.

Metrioptera brachyptera est rare dans les Alpes françaises et surtout très localisé; il n'a été trouvé que dans 9 relevés sur 300, soit 3 %, et il n'en a été capturé que 19 exemplaires sur 20 000 Orthoptères,

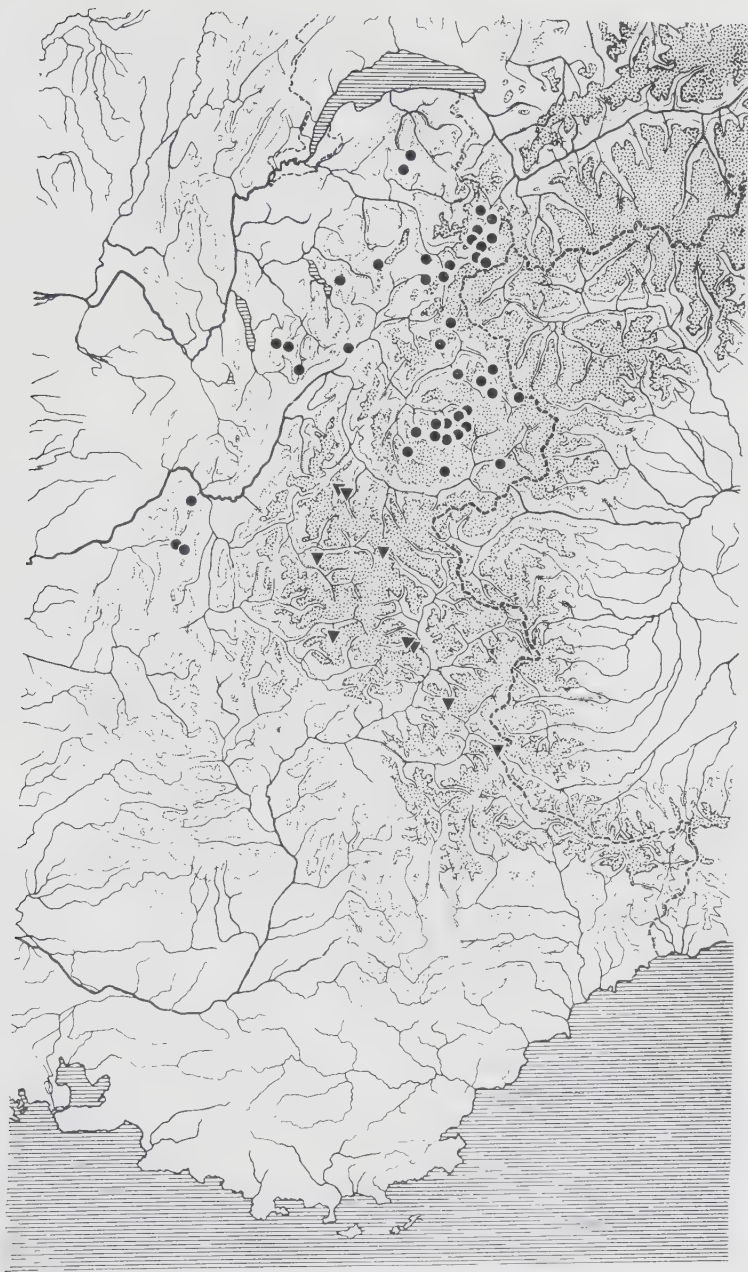


FIG. 51. — Emplacement des relevés contenant *Metrioptera brachyptera* (▼) et *Metrioptera saussuriana* (•); la seconde espèce, localisée dans les Alpes du Nord, est remplacée plus au Sud par la première.

soit moins de 0,1 %. Ces relevés sont concentrés dans un rectangle de 100 km sur 20, comprenant le massif du Pelvoux et atteignant, au Nord, le col de la Croix-de-Fer entre les chaînes de Belledonne et des Grandes-Rousses et, au SE, les cols de Vars et de Larche (fig. 51). Des observations en dehors des relevés le montrent près de Chamrousse, dans la chaîne de Belledonne, et assez abondant dans le massif des Aiguilles d'Arves, autour du Lautaret et dans la vallée de la Guisane. CHOPARD (1951) indique d'après REY une seule localité des Alpes, le col de la Croix-Haute, où nous ne l'avons pas retrouvé.

En dehors des Alpes françaises, l'espèce existe dans les Pyrénées, les Vosges, divers points du Massif Central et en plaine, dans des localités

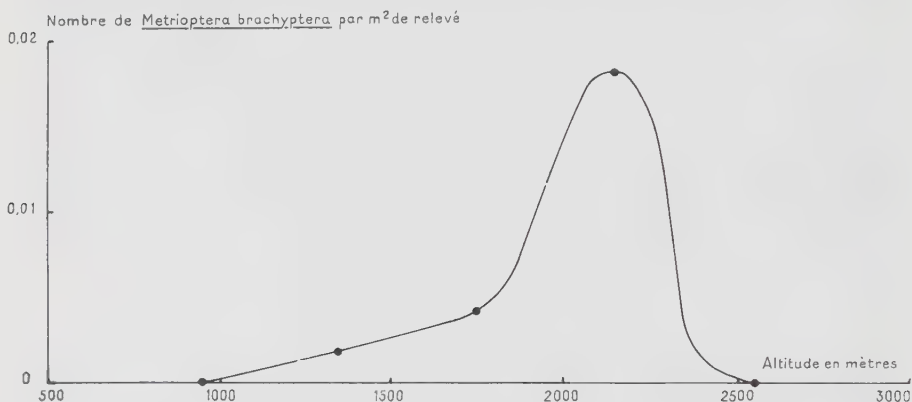


FIG. 52. — Variation de la densité de *Metrioptera brachyptera* en fonction de l'altitude.

très dispersées sur toute la moitié septentrionale de la France. Elle est aussi très largement répandue dans toute la région paléarctique nord, en Europe jusqu'en Laponie et en Asie septentrionale, habitant la Sibérie depuis l'Oural jusqu'au Kamtchatka.

Répartition en altitude.

Malgré le petit nombre de relevés dont on dispose, et qui interdit évidemment toute étude différentielle suivant l'indice d'aridité ou la température, on construira la courbe exprimant, en fonction de l'altitude, le nombre de *Metrioptera brachyptera* par mètre carré de relevé en moyenne (fig. 52).

Cette courbe ne commence que vers 1 200 m, ne monte que très lentement, puis s'élève rapidement vers son maximum à 2 000 m et retombe ensuite à zéro. *Metrioptera brachyptera* apparaît sur ces bases comme une espèce strictement montagnarde, fréquentant même l'étage alpin, et incapable d'habiter la plaine. Ces conclusions, infirmées par l'expérience, sont donc surprenantes.

Influence de l'humidité.

Elle est facile à mettre en évidence : tous les relevés qui contiennent *Metrioptera brachyptera* proviennent des régions sèches des Alpes; d'une façon plus précise, sur 9 relevés, 1 appartient à la zone d'indice d'aridité de juillet de 10 à 20, et les 8 autres à la zone d'indice d'aridité de 20 à 30. A la lumière de ces faits, on peut donc tenir l'espèce comme *xérophile*, au moins dans les Alpes françaises. La seule capture des Alpes qui ne provienne pas de nos relevés personnels — au col de la Croix-Haute — donne un indice d'aridité entre 30 et 40, ce qui élargirait un peu son domaine.

Influence de la température.

Le plus utile renseignement est apporté dans ce domaine par le calcul pour chaque relevé de la température moyenne vraie de juillet; on obtient 9 valeurs qu'il est facile de citer toutes : 9°, 10°5, 11°5, 12°5, 12°5, 12°5, 13°, 14°, 14°5. Il semble bien qu'au moins dans le domaine alpin, *Metrioptera brachyptera* soit assez fortement sténotherme, et que ses exigences de températures se situent entre 9 et 15° — 9 et 16° si l'on tient compte de sa présence au voisinage du col de la Croix-Haute. Il s'agirait donc d'une espèce qui ne pourrait exister en France qu'en altitude.

Conclusion.

La physionomie écologique de *Metrioptera brachyptera*, esquissée d'après les relevés faits dans les Alpes, est celle d'une espèce de montagne, sténotherme et xérophile. Ce portrait ne correspond absolument pas avec celui qui se manifeste d'après sa répartition générale; et le fait que l'insecte soit rare et que les données numériques sur lesquelles on a raisonné soient donc assez peu sûres ne suffit pas à expliquer cette divergence.

Pour essayer de trouver les causes de cette difficulté, on a examiné très soigneusement toutes les captures françaises de *Metrioptera brachyptera*, d'après les collections du Muséum de Paris, en essayant d'évaluer, au moins approximativement, les conditions climatiques de ces lieux de capture.

Il n'existe pas de difficulté pour les captures faites dans les Pyrénées et probablement le Massif Central, qui ont été faites à des températures de 14 à 15° environ, autant qu'on puisse le penser d'après les indications souvent très vagues des collections; il est à noter que plusieurs de ces lieux sont plus humides que pour les prises des Alpes (dans le domaine d'indice d'aridité de 30 à 40). Les Vosges ne posent pas de problèmes de température, mais indiquent que

Metrioptera brachyptera peut se trouver dans des régions plus humides encore (indice d'aridité de juillet de 40 à 50).

Les captures de plaine, qui s'étendent sur le Nord de la France, le Bassin Parisien, la Normandie, la Vendée et le Nord du Poitou, proviennent surtout de régions assez sèches (indice d'aridité de 20 à 30) ou moyennement sèches (indice d'aridité de 30 à 40); mais les températures s'échelonnent entre 17 et 19°. *Metrioptera brachyptera* semble donc bien en résumé plutôt xérophile, mais beaucoup moins que d'après les seuls relevés alpins, et beaucoup plus eurytherme, pouvant vivre de 9 à 19°.

Dans ces conditions, on s'explique mal pourquoi cette espèce n'est pas beaucoup plus largement répandue dans les Alpes, surtout si l'on se rappelle sa vaste répartition, allant jusqu'en Laponie et en Sibérie. On est bien forcé de constater que les facteurs utilisés pour définir ses caractères écologiques sont soit inadéquats, soit insuffisants.

La répartition générale de cette espèce, très semblable à celle de *Metrioptera bicolor* d'ailleurs, indique une xérophilie peu marquée, voire douteuse, et des limites de températures que l'on peut évaluer avec vraisemblance à celles trouvées : 9 à 19°. La raison pour laquelle dans les Alpes il ne descend guère est peut-être due à un phénomène d'intolérance à l'humidité en présence du froid; l'insecte, obligé à monter en altitude pour des causes qui nous échappent, ne peut supporter le froid qui y règne que dans les régions sèches des Alpes. En accord avec nos observations, EBNER (1937), étudiant la faune du NW du Tyrol, ne rencontre cette espèce qu'en haute montagne.

Une coïncidence assez curieuse peut être intéressante à noter : *Metrioptera saussuriana*, très voisin de *M. brachyptera*, présente dans les Alpes une aire de répartition plus vaste et plus septentrionale; *M. brachyptera* ne coexiste pratiquement pas avec lui, mais occupe un territoire qui borde très exactement le sien vers le Sud. Peut-être y aurait-il là un phénomène de concurrence, bien que celle-ci ne semble jouer qu'un rôle minime et, en tout cas, très difficile à mettre en évidence chez les Orthoptères.

Son aire de répartition très vaste, occupant tout le Nord de la région paléarctique, classe nettement *Metrioptera brachyptera* dans les éléments angariens de notre faune — éléments angariens d'une sténothermie modérée, provenant d'une région froide, souvent réfugiés dans les montagnes mais existant aussi dans les parties les moins chaudes de la plaine française où l'espèce atteint sa limite de répartition vers le Sud.

Metrioptera saussuriana.

Metrioptera saussuriana est un Ensifère appartenant au grand genre *Metrioptera* qui comprend, en France, 8 espèces de répartitions géographiques assez différentes, distribuées en plusieurs sous-genres par

ZEUNER; l'espèce en question appartient au sous-genre *Metrioptera sensu stricto* qui renferme aussi dans notre pays les espèces *M. abbreviata* et *M. buyssoni*, endémiques françaises pyrénéennes et *M. brachyptera*, qui se trouve aussi dans les Alpes et a fait l'objet de l'étude précédente; la répartition de cette dernière est d'ailleurs très différente.

C'est un Ensifère de taille moyenne (17 à 22 mm), de couleur brunnâtre, brachyptère comme tous les *Metrioptera* — il semble qu'on n'en connaisse pas de forme macroptère — et facile à confondre avec *M. brachyptera*; on peut toutefois l'en distinguer par l'examen de l'armature génitale du mâle, et de la plaque sous-génitale de la femelle, qui constitue le meilleur caractère; et également par la forme et la coloration des élytres.

Cette espèce n'est pas très commune dans les Alpes; sur près de 300 relevés effectués dans les Alpes françaises, 42 seulement contenaient *Metrioptera saussuriana*; de plus, la densité de sa population n'est jamais élevée, et ce n'est qu'un élément accessoire dans la faune des Orthoptères alpins. Le petit nombre des individus capturés rend plus délicate l'interprétation des résultats écologiques obtenus sur cette espèce que lorsqu'il s'agit d'une espèce très commune pour laquelle on dispose d'une large base de récoltes. Il n'en a été ramassé en effet que 135 sur 20 000 Orthoptères, soit moins de 0,7 %.

Metrioptera saussuriana n'est pas répandu uniformément dans les Alpes françaises, mais habite seulement leur partie NW : l'ensemble de la région subalpine, du Chablais au Vercors, et les massifs du Mont Blanc et de la Vanoise et leurs environs; il ne pénètre pas dans les Alpes du Sud (fig. 51). Cette espèce a été longtemps méconnue par suite de confusions avec ses voisines, mais on sait cependant qu'elle habite les autres régions montagneuses de France : Pyrénées, Massif Central, Vosges, Jura, et que certaines captures en ont été faites en plaine, rarement toutefois. Enfin, elle existe dans les parties montagneuses de l'Italie, de la Suisse et de l'Espagne.

Son habitat est assez varié : clairières des bois, landes plus ou moins buissonnantes, et surtout prairies.

Répartition en altitude.

Si l'on néglige les Alpes du Sud pour ne s'occuper que des Alpes du Nord, les seules où existe *Metrioptera saussuriana*, on constate que sur les 180 relevés environ qui y ont été faits, 42 contiennent l'espèce, soit un peu moins du quart; mais sa densité étant faible, sa proportion dans l'ensemble des individus prélevés n'atteint que 1,13 % : cet animal, sans être rare, n'est jamais abondant.

Examinons comment se fait la répartition de l'Orthoptère suivant l'altitude, en ne considérant toujours que les Alpes du Nord. Pour cela, on tracera une courbe représentant la variation du nombre de

Metrioptera saussuriana au mètre carré, en fonction de l'altitude, par classes de 400 en 400 m.

Le résultat est une courbe en cloche d'une remarquable régularité (fig. 53); des individus de cette espèce ont été trouvés aux altitudes extrêmes de 700 et 2 300 m; son maximum de densité se trouve entre 1 500 et 1 600 m d'altitude, qui est donc l'habitat optimum de *M. saussuriana* dans les Alpes du Nord; il s'agit d'une espèce de moyenne montagne, préférant la zone montagnarde au sens des botanistes.

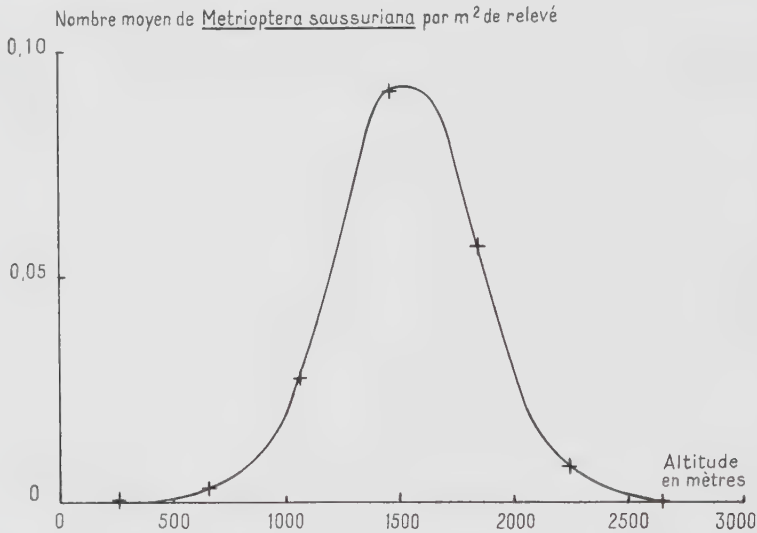


FIG. 53. — Variation de la densité de *Metrioptera saussuriana* en fonction de l'altitude pour les relevés des Alpes du Nord, l'espèce n'existant pas dans les Alpes du Sud.

Influence de l'humidité.

Elle est étudiée par l'intermédiaire de l'indice d'aridité : tous les relevés sont classés dans 5 catégories d'indice d'aridité croissant, et dans chacune on examine la proportion de ceux qui contiennent *Metrioptera saussuriana*. On obtient les résultats suivants :

INDICE D'ARIDITÉ	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. saussuriana</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. saussuriana</i>
Entre 10 et 20.....	38	0	0
20 et 30.....	117	0	0
30 et 40.....	20	3	0,15
40 et 50.....	80	26	0,32
50 et 60.....	38	13	0,34

La courbe correspondante est donnée par la figure 54.

Ces résultats montrent que *M. saussuriana* n'existe pas — au moins dans les Alpes — pour un indice d'aridité inférieur à 30, ce qui élimine aussitôt toutes les Alpes du Sud. Il s'agit donc d'une espèce *fortement hygrophile* et qui a tendance à rechercher l'humidité sur les flancs des montagnes.

L'absence de *M. saussuriana* dans les deux premières catégories

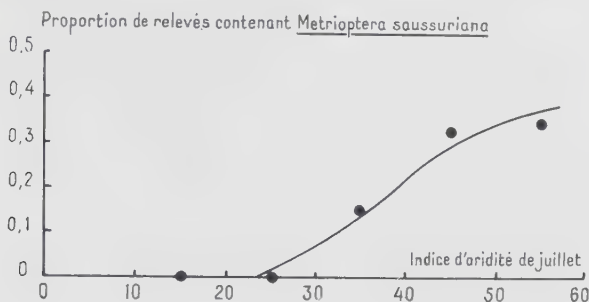


FIG. 54. — Variation de la fréquence de *Metrioptera saussuriana* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la croissance régulière de la courbe indique, sans doute possible, une espèce *hygrophile*.

et sa rareté dans la troisième (3 relevés seulement) rendent impossible une étude différentielle de sa densité au mètre carré en fonction de l'altitude, pour des régions d'indice d'aridité très différent. Il faudra donc se contenter de ces données, heureusement déjà très nettes.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer entre eux les relevés des différentes altitudes, on utilise les températures ramenées au niveau de la mer, de la même façon que les indices d'aridité; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. saussuriana</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. saussuriana</i>
Entre 20 et 21°.....	39	8	0,20
21 et 22°.....	9	3	0,33
22 et 23°.....	94	18	0,19
23 et 24°.....	129	13	0,10
24 et 25°.....	24	0	0

Ce tableau montre avant tout que *Metrioptera saussuriana* ne supporte pas les températures trop élevées; la courbe correspondante fléchit vers les basses températures sans qu'il soit possible de conclure

à une variation significative ou fortuite; mais l'ensemble du phénomène reste de signification certaine (fig. 55).

On tracera ensuite les deux courbes partielles exprimant le nombre

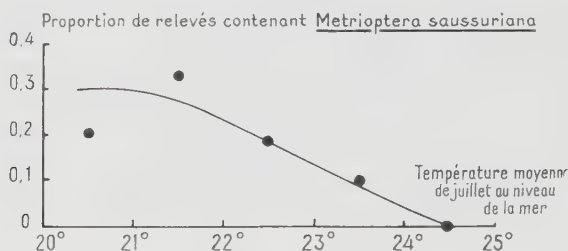


FIG. 55. — Variation de la fréquence de *Metrioptera saussuriana* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; l'espèce préfère les climats froids.

de *Metrioptera saussuriana* par mètre carré en fonction de l'altitude, pour les deux groupes partiels de relevés de température au niveau de la mer comprise entre 20 et 22°, et entre 22 et 24° (fig. 56). On obtient deux

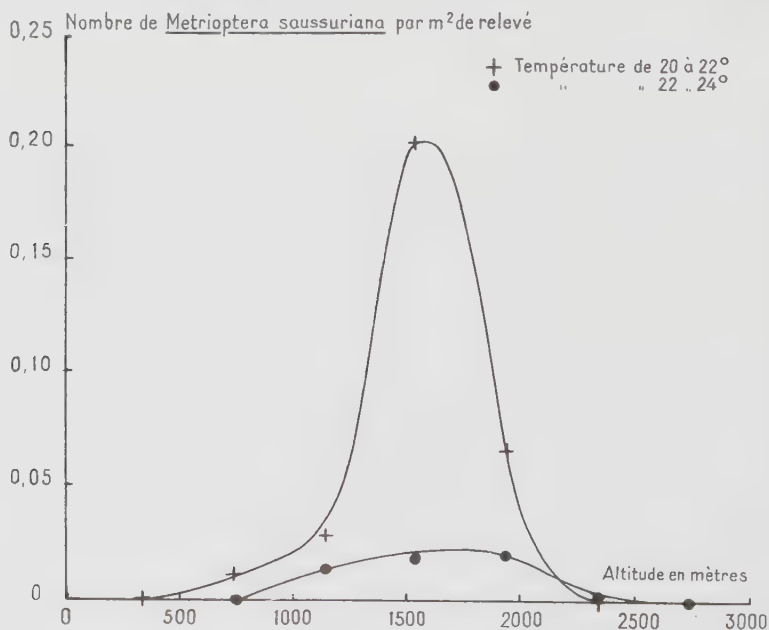


FIG. 56. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Metrioptera saussuriana* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer). Elles confirment la préférence de l'espèce pour les climats froids.

courbes d'allure en cloche, s'étendant sur une distance altitudinale voisine (500 à 2 000 m environ pour les relevés les plus froids, 1 000 à 2 500 m environ pour les relevés les plus chauds, ce qui est parfaitement

logique). Mais alors que pour les lieux chauds, le maximum de la courbe ne représente que 0,02 *M. saussuriana* au mètre carré, pour les lieux froids, il s'élève à une valeur dix fois plus grande, soit 0,2 au mètre carré. Cette dernière valeur n'est pas très sûre, car elle n'est fondée que sur très peu de relevés; mais son ordre de grandeur reste très supérieur à celui de l'autre. Les lieux froids semblent donc favorables à une plus grande fréquence de *Metrioptera saussuriana*, mais aussi à une densité beaucoup plus forte; on peut classer définitivement cette espèce comme *thermophile*.

La limite supérieure de la répartition en altitude de cette espèce indique que, malgré sa recherche du froid, elle a besoin cependant d'une température moyenne vraie de juillet supérieure à 8 ou 9°; les trop hautes régions, en effet, ne l'abritent pas. La limite inférieure, évaluée de la même façon, permet de fixer de manière approximative, à 17° environ, la température vraie maximum de juillet que peut supporter *Metrioptera saussuriana* et c'est dans ce domaine — 8 à 17° — que se trouve la température favorable à cette espèce.

Résultats écologiques et conséquences.

Les études précédentes montrent que dans les Alpes, *Metrioptera saussuriana* réclame les conditions suivantes : indice d'aridité de juillet supérieur à 30, température moyenne vraie de juillet comprise entre 8 et 17°. Ces exigences suffisent à expliquer la répartition de cette espèce dans les Alpes, et il est nécessaire de voir s'il en est de même si l'on quitte ce domaine.

Les autres régions montagneuses françaises, là où a été trouvé cet Orthoptère, ont toutes un indice d'aridité supérieur à 30 : Vosges, Jura, Pyrénées, Massif Central, excepté la bordure sud de ce dernier, où certaines captures ont été faites pour un indice voisin de 25; et partout, les températures moyennes de juillet sont comprises dans les limites trouvées dans les Alpes. L'accord est donc excellent, sauf pour les Cévennes et régions limitrophes qui conduisent à penser qu'il faut reculer la limite de sécheresse supportée par *Metrioptera saussuriana* à un indice d'aridité de 25 environ.

Deux captures de plaine sont relatées par CHOPARD, et les collections du Muséum, pourtant importantes, ne doivent pas en recéler d'autres. L'une a été faite par HOULBERT dans la forêt de Bucey, près de Châtillon-sur-Seine; l'examen des deux données climatiques en question donne un indice d'aridité de 25 environ, qui semble bien de nouveau s'imposer comme limite définitive, et une température moyenne de juillet de 18°, nettement supérieure à la limite qui n'était pas dépassée dans les Alpes; l'insecte a peut-être trouvé là un microclimat plus frais que l'ensemble du voisinage, qui lui a permis de se maintenir; il n'en reste pas moins vrai que la limite de température supportée

par *Metrioptera saussuriana* doit être ici légèrement repoussée; toutefois, on peut suggérer l'explication très plausible suivant laquelle cette espèce éclôt ici un peu plus tôt qu'en montagne, et trouve ainsi aux mêmes stades de son développement des températures un peu plus basses; ceci permettrait de s'en tenir à la limite supérieure de 17°.

L'autre capture, faite par BURR à Bagnoles-de-l'Orne, ne soulève par contre aucune difficulté : indice d'aridité un peu supérieur à 30, température moyenne de juillet de 16° semblent bien montrer que ces deux facteurs suffisent à expliquer correctement la répartition de cette espèce.

Devant ce succès, il n'est pas interdit de faire des prévisions; on remarque facilement que les Ardennes se trouvent dans les conditions voulues, et il est fort possible que des recherches un peu poussées permettraient d'y découvrir *Metrioptera saussuriana*, d'autant plus que l'insecte trouverait facilement dans cette région ses biotopes préférés.

Conclusion.

Les facteurs choisis pour définir les exigences écologiques de *Metrioptera saussuriana* : indice d'aridité supérieur à 25, température entre 8 et 17°, semblent expliquer de façon suffisante sa répartition non seulement dans les Alpes et les autres massifs montagneux français, mais encore dans ses rares captures de plaine. Cette espèce est une des plus typiquement *thermophobe* et *hygrophile* de la faune française d'Orthoptères. Son origine est controversée; ses caractères écologiques correspondraient bien à ceux d'une espèce angarienne, mais sa distribution strictement européenne s'y oppose; on ne peut guère apporter sur ce point de conclusions définitives.

Metrioptera bicolor.

Metrioptera bicolor est un Ensifère appartenant au grand genre *Metrioptera*, et type du sous-genre *Bicolorana* créé par ZEUNER, qui ne compte pas d'autre représentant en France. Ce sous-genre est principalement fondé sur la forme des pièces génitales — surtout les cerques — du mâle, et celle de l'oviscapte et de la plaque sous-génitale de la femelle. *M. bicolor* est une espèce très bien isolée et qui peut être reconnue facilement sans ambiguïté.

Elle est de couleur pâle, généralement jaunâtre. Les élytres sont relativement longs pour un *Metrioptera*, surtout chez le mâle, où ils atteignent presque l'extrémité de l'abdomen; c'est une espèce d'assez petite taille : les deux sexes ont une longueur comprise entre 15 et 17 mm.

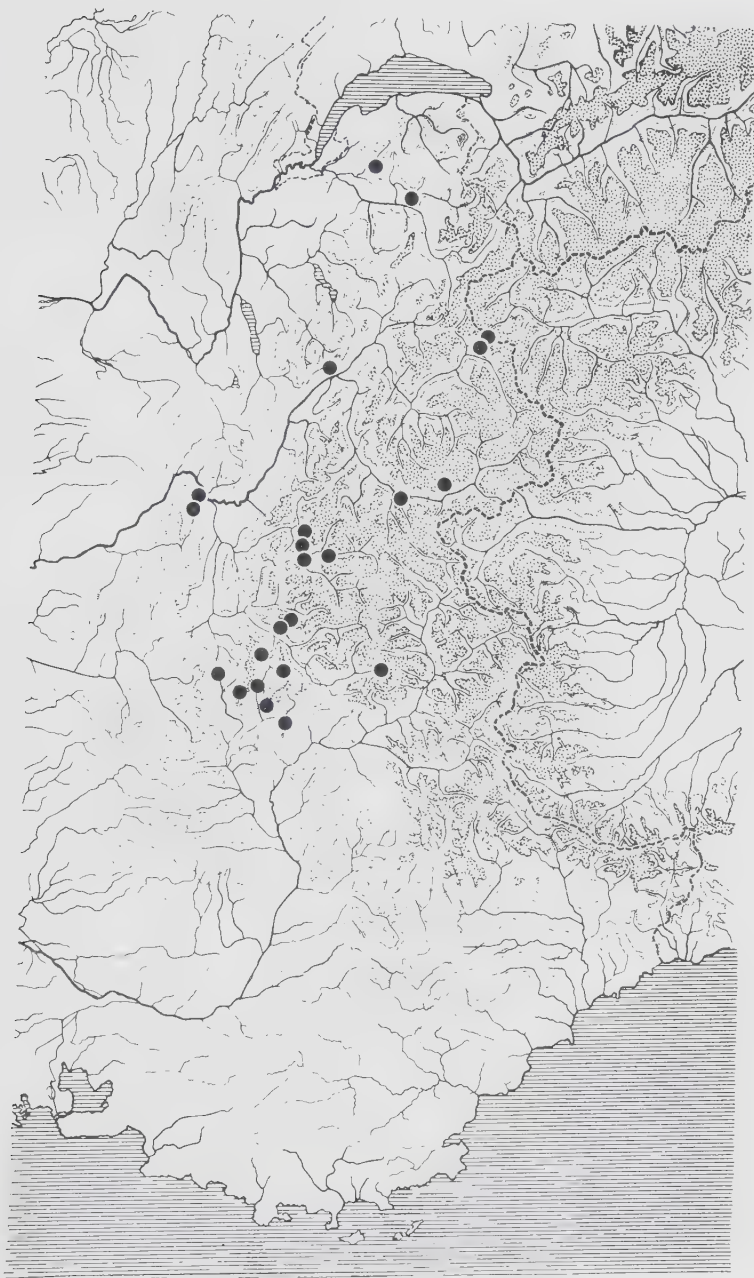


FIG. 57. — Emplacement des relevés contenant *Metrioptera bicolor*.

C'est une espèce qui, dans les Alpes, est peu fréquente et peu abondante; elle n'a été trouvée que dans 23 relevés sur 300 environ, soit à peu près 8 %; et dans ces 23 relevés n'ont été récoltés en tout que 50 individus sur 20 000 environ appartenant à toutes les espèces d'Orthoptères et représentant un échantillonnage assez bon de la faune alpine, dont *Metrioptera bicolor* forme donc à peu près 0,25 %.

Elle présente une forme *sieboldi*, dont les organes du vol sont bien développés, à l'instar d'un *Platycleis*. Elle semble moins rare dans les Alpes que les formes analogues des autres *Metrioptera*, puisqu'il en a été fait 3 captures (2 dans le Chablais, 1 dans le Pelvoux), soit environ 6 % des *M. bicolor* récoltés.

Dans les Alpes, cette espèce se trouve un peu partout sauf dans le Sud (fig. 57). Elle ne semble pas signalée dans les Pyrénées, mais dans une petite partie du Massif Central et dans les Vosges; elle existe aussi çà et là dans le Bassin Parisien et en Alsace, poussant au Sud jusqu'à la Nièvre et au Morvan. Enfin, elle est répandue largement dans toute la région paléarctique, jusqu'en Sibérie et en Mongolie.

Influence de l'humidité.

On utilisera, pour la mettre en évidence, l'indice d'aridité de juillet; tous les relevés des Alpes sont divisés en 5 catégories d'indice variant de 10 en 10, et dans chacune on examine la proportion de relevés contenant *Metrioptera bicolor*; on obtient ainsi le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. bicolor</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. bicolor</i>
Entre 10 et 20.....	39	0	0
20 et 30.....	117	14	0,12
30 et 40.....	20	4	0,20
40 et 50.....	80	4	0,05
50 et 60.....	39	1	0,02

On constate que seules les catégories d'indice d'aridité moyen contiennent *Metrioptera bicolor* en quantité appréciable; les climats très secs et très humides lui sont défavorables. On peut en donner une représentation graphique en portant en abscisses l'indice d'aridité et en ordonnées la proportion de relevés contenant l'espèce étudiée; on obtient une courbe en cloche avec un maximum très marqué vers 30 (fig. 58).

Voyons si l'on obtient des renseignements plus précis en construisant les courbes exprimant la densité de *Metrioptera bicolor* en fonc-

tion de l'altitude, en séparant les relevés des zones sèches (indice d'aridité de juillet de 10 à 30) et des zones humides (indice d'aridité de 40 à 60) (fig. 59). Il n'existe malheureusement pas de relevés pour

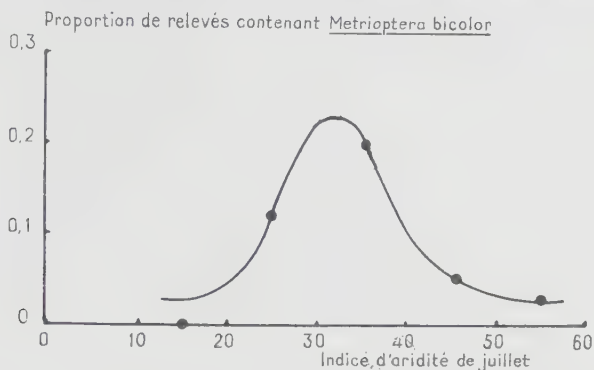


FIG. 58. — Variation de la fréquence de *Metrioptera bicolor* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; l'espèce semble préférer les climats d'humidité moyenne.

les altitudes très basses, et on ne peut que conjecturer l'allure des courbes en plaine. Les deux s'annulent bien avant 2 000 m et la courbe des zones sèches est constamment au-dessus de l'autre; elle

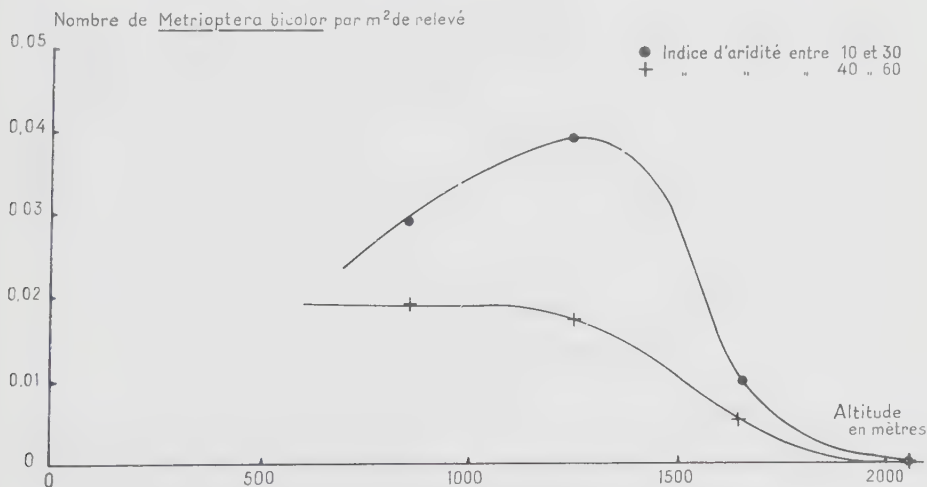


FIG. 59. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Metrioptera bicolor* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec).

semble atteindre un maximum vers 1 200 m, alors que la courbe des régions humides part d'un palier de valeur 0,02 par mètre carré pour décroître régulièrement. D'après l'allure des courbes, il est permis, dans une certaine mesure, de supposer que *Metrioptera bicolor* vit en

plaine dans les régions humides des Alpes, mais ne les atteint pas dans les régions sèches. L'allure de la courbe de la figure 58 ne permet pas d'en attendre plus, car les deux courbes de la figure 59 représentent dans une certaine mesure des conditions aux limites, ici peu démonstratives.

Influence de la température.

On examine d'abord la proportion de relevés contenant *Metrioptera bicolor* dans chaque classe de relevés, de degré en degré, de température de juillet ramenée au niveau de la mer, pour pouvoir comparer entre eux les relevés des différentes altitudes. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. bicolor</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. bicolor</i>
Entre 20 et 21°.....	39	4	0,10
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	13	0,14
23 et 24°.....	129	5	0,04
24 et 25°.....	24	0	0

Ce tableau montre de façon nette qu'il s'agit d'une espèce thermophile, rebutée par les températures élevées, la courbe correspondante est donnée par la figure 60; comme celles-ci sont liées de façon étroite

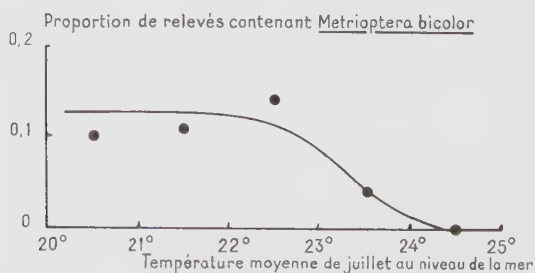


FIG. 60. — Variation de la fréquence de *Metrioptera bicolor* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; l'espèce ne peut supporter les climats de température trop élevée.

aux indices d'aridité faibles, il est difficile de séparer les deux actions et de savoir laquelle est la plus déterminante : température trop élevée ou sécheresse trop forte; il semble bien que dans ce cas précis l'action conjuguée des deux soit à invoquer.

Les courbes différentielles représentant la densité de *Metrioptera bicolor* par mètre carré de surface de relevé sont ici faites pour des températures de juillet au niveau de la mer de 20 à 22° d'une part, de 22 à 24° d'autre part (fig. 61). La première part en plaine d'un palier voisin de 0,03 au mètre carré et baisse rapidement : l'espèce ne peut supporter une trop basse température; la seconde, au contraire, part de zéro, passe par un maximum et s'annule plus haut; les bornes de son extension permettent de fixer entre 12 et 18° C le domaine

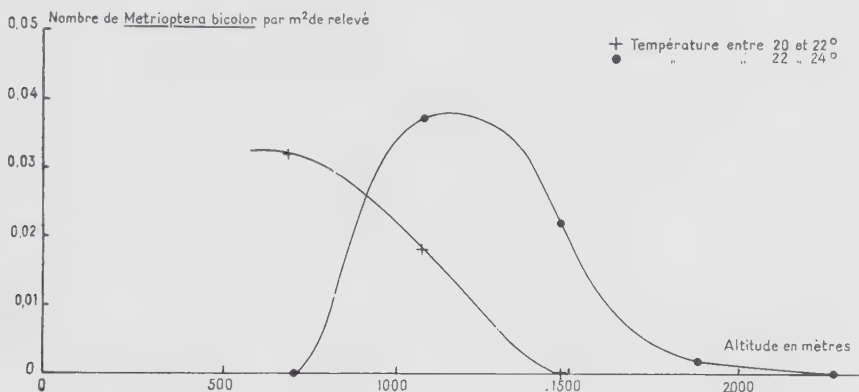


FIG. 61. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Metrioptera bicolor* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid : *M. bicolor* se comporte comme une espèce de plaine, montant peu en altitude; • climat de juillet chaud : *M. bicolor* se comporte comme une espèce montagnarde. Les températures sont ramenées au niveau de la mer).

vital de l'Orthoptère. Il s'agit donc d'une espèce assez fortement sténotherme, et la température trop élevée lui interdit de descendre bas dans les Alpes méridionales.

Résultats écologiques.

Le petit nombre de captures de cet insecte est un facteur défavorable pour l'étude précise de ses conditions d'existence. Cependant, on a pu en dégager deux caractères principaux.

Tout d'abord, chose assez rare chez les espèces françaises, *Metrioptera bicolor* est plus à l'aise dans les milieux d'indice d'aridité moyen — de 20 à 50 —, alors que la plupart des autres sont soit hygrophiles, soit xérophiles. Il semble bien que la sécheresse elle-même soit défavorable et non pas seulement la température élevée à peu près liée à ce facteur dans les Alpes françaises, car l'insecte, en s'élevant, trouverait des températures qui lui conviendraient mieux.

C'est d'autre part une espèce *sténotherme*, vivant entre 12 et 18°,

ne pouvant par conséquent atteindre les zones élevées, trop froides. Dans les Alpes du Sud, plus chaudes, elle monte plus haut et se comporte comme une espèce *montagnarde*, n'atteignant pas les hautes régions et ne descendant pas dans la plaine, trop chaude et trop sèche. Au contraire, dans les Alpes du Nord, plus froides, elle pénètre à peine dans la zone montagnarde et se comporte alors comme une *espèce de plaine*, s'épanouissant dans les régions de basse altitude, reliées à la plaine médio-européenne où elle vit.

Sa répartition générale en France est bien expliquée par ces conditions : Vosges, Massif Central — surtout la bordure nord, assez froide —, l'ensemble du Bassin Parisien, mais très dispersée. Dans tous ces lieux, la température moyenne de juillet ne dépasse guère 18°, et l'indice d'aridité se maintient dans les conditions moyennes exigées par l'espèce.

Conclusion.

Cette espèce *sténotherme* se comporte plutôt dans le cadre restreint de la France comme *thermophobe*, car en bien des endroits, la température trop élevée pour elle lui fait rechercher l'altitude. Sa répartition dans l'Europe moyenne, la Sibérie, la Mongolie, est parfaitement en accord avec ce caractère; dans ces zones, plus froides, elle doit alors se comporter comme une espèce thermophile, recherchant les micro-climats plus chauds. C'est bien là une espèce *angarienne*, mais plus thermophile que la plupart de ses semblables.

Metrioptera ræseli.

Metrioptera ræseli est un Ensifère du grand genre *Metrioptera*. ZEUNER en a fait le type du sous-genre *Ræseliana*, dont les deux seuls représentants en France sont *R. ræseli* et *R. azami*, espèce endémique de la côte méditerranéenne, qui ne remonte pas du tout en montagne.

C'est un Ensifère de taille assez faible (14 à 19 mm), de teinte générale jaunâtre, d'un brachyptérisme moins prononcé que celui de la plupart des autres *Metrioptera* : les élytres atteignent presque l'extrémité de l'abdomen. Il en a été décrit une forme *diluta*, macrop-tère, trouvée une seule fois dans le relevé 520, fait dans le massif des Bauges, et en diverses localités françaises. Cette espèce, assez à part, est facile à distinguer des autres du même genre.

Elle est peu commune dans les Alpes : elle a été trouvée présente dans 28 relevés sur 300 environ, soit à peu près 1 sur 10, et la densité de sa population n'est jamais élevée : c'est presque toujours un élément accessoire des faunes d'Orthoptères. Le nombre peu élevé de ses captures (une centaine d'échantillons sur 20 000, soit environ

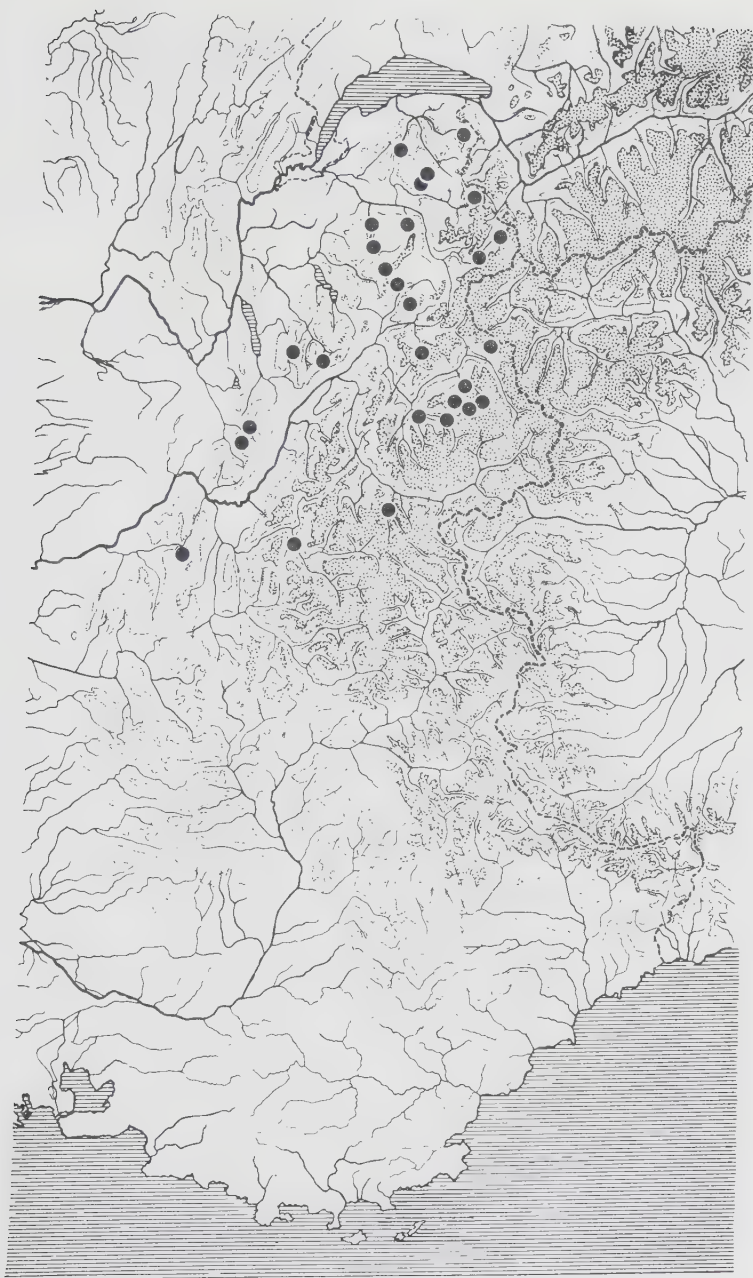


FIG. 62. — Emplacement des relevés contenant *Metrioptera ræseli*, espèce localisée dans les Alpes du Nord.

0,5 %) rend l'interprétation des résultats numériques obtenus moins sûre et moins concluante que pour une espèce très commune comme *Stauroderus scalaris* par exemple.

Cette rareté est d'ailleurs surtout due au fait que l'espèce est localisée, ne vivant que dans des biotopes bien déterminés, qui sont principalement les prairies humides, surtout au bord des ruisseaux, les marécages à *Juncus* et à *Carex*; elle ne s'en écarte que fort peu. Cette préférence donne déjà des indications sur ses impératifs écologiques, mais rend leur interprétation biogéographique moins sûre du fait même de cette localisation dans des biotopes très humides, qui risque de masquer par son évidence les facteurs moins importants.

La répartition de *Metrioptera ræseli* confirme pourtant cette indication, car c'est uniquement une espèce des Alpes du Nord, et qu'on ne trouve pas du tout au sud des cols de la Croix-Haute et du Lautaret; par contre, elle est assez abondante dans toute la zone sub-alpine, et les massifs du Mont Blanc et de la Vanoise, allant jusqu'aux Aiguilles d'Arves et aux Grandes-Rousses, tout comme *Metrioptera saussuriana* (fig. 62). En dehors des Alpes, on la trouve surtout dans les autres régions montagneuses, mais aussi dans l'ensemble de la France, surtout septentrionale, une grande partie de l'Europe et jusqu'en Sibérie.

Influence de l'humidité.

Son étude se fera par l'intermédiaire de l'indice d'aridité : tous les relevés sont classés en 5 catégories d'indice d'aridité de juillet croissant, et dans chacune on examine la proportion de ceux qui contiennent *Metrioptera ræseli*. On obtient les résultats suivants :

INDICE D'ARIDITÉ	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. ræseli</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. ræseli</i>
Entre 10 et 20.....	38	0	0
20 et 30.....	117	2	0,02
30 et 40.....	20	0	0
40 et 50.....	80	15	0,19
50 et 60.....	38	11	0,29

La courbe correspondante est donnée par la figure 63.

Ces résultats montrent une forte préférence de *Metrioptera ræseli* pour un climat humide, ce que sa recherche des microclimats du même type n'entraînait pas obligatoirement *a priori*; *Mecostethus grossus*, par exemple, espèce encore plus hygrophile que celle dont il est question, se trouve en effet dans des régions de climats assez différents, pourvu qu'il y rencontre les prairies humides et les filets d'eau qui lui sont nécessaires.

Pour compléter ces résultats, nous étudierons les variations de la densité de *Metrioptera rœseli* au mètre carré en fonction de l'altitude, en séparant les relevés des régions humides (indice d'aridité de 40 à 60) et des régions plus sèches (indice d'aridité de 20 à 40). Malgré

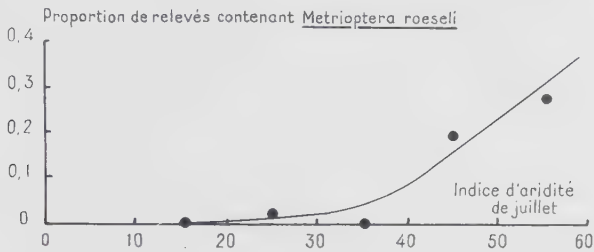


FIG. 63. — Variation de la fréquence de *Metrioptera rœseli* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la courbe, régulièrement croissante, indique une espèce hygrophile.

la rareté relative de cette espèce — surtout dans les lieux secs — qui ne permet que l'étude d'un petit nombre de relevés, donc des résultats de valeur médiocre, on obtient deux courbes très instructives (fig. 64).

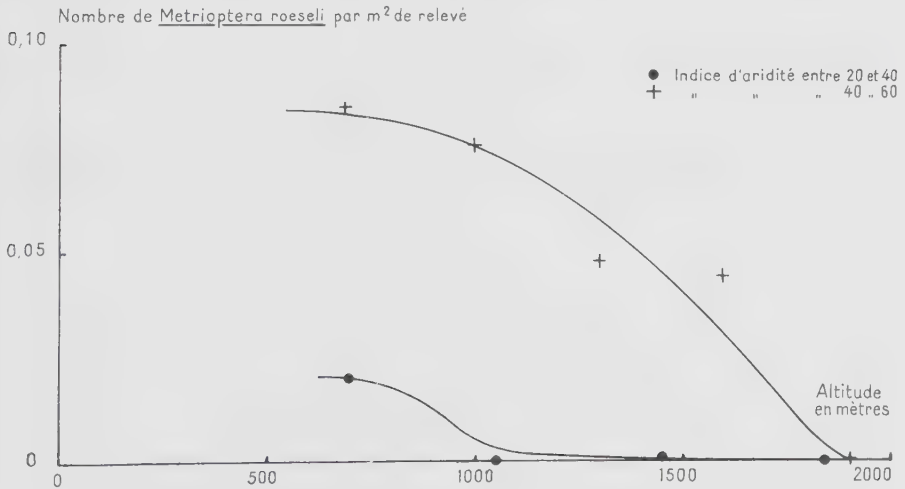


FIG. 64. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Metrioptera rœseli* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec). l'hygrophilie de l'espèce est confirmée.

Toutes deux partent d'un palier indiquant que l'espèce existe en plaine et y a son maximum de densité (proche de 0,1 au m² pour les lieux humides, de l'ordre de 0,02 au m² pour les lieux secs). Ces valeurs diminuent à partir de 800 m environ avec l'altitude et tombent à zéro

avant 2 000 m dans le premier cas, et quelque peu avant 1 700 m pour le second (tout en restant très faible à partir de 1 000 m). Une fois de plus, on constate que la sécheresse est très défavorable à *Metrioptera ræseli* et qu'au contraire un climat humide le favorise grandement.

Toutes ces données sont donc parfaitement concordantes.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer entre eux les relevés d'altitude différente, il faut utiliser les températures ramenées au niveau de la mer; la répartition des relevés contenant *Metrioptera ræseli* se fait entre les différentes catégories, de la manière suivante :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. ræseli</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. ræseli</i>
Entre 20 et 21°.....	39	11	0,28
21 et 22°.....	9	3	0,33
22 et 23°.....	94	8	0,08
23 et 24°.....	129	6	0,05
24 et 25°.....	24	0	0

D'après ce tableau, *Metrioptera ræseli* apparaît comme très nettement thermophile et n'existe pas dans les endroits de température

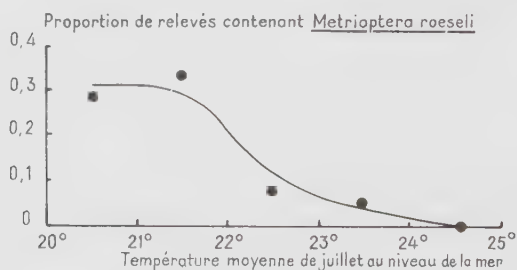


FIG. 65. — Variation de la fréquence de *Metrioptera ræseli* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer. L'espèce est thermophile, mais son hygrophilie intervient probablement pour renforcer ce caractère.

trop élevée. La courbe correspondante est donnée par la figure 65.

De la même façon que pour l'étude de l'action de l'humidité, on tracera aussi les courbes exprimant la variation de densité de l'espèce

en fonction de l'altitude pour les lieux les plus froids (de 20 à 22°) et les plus chauds (de 22 à 24°) (fig. 66).

Les résultats obtenus sont analogues : deux courbes commençant par un plateau correspondant à la valeur moyenne de la densité en plaine et s'abaissant si l'on monte, jusqu'à s'annuler à 1 400 m dans les lieux froids et à 1 700 m dans les lieux chauds, ce qui donne la température limite inférieure moyenne de juillet supportée par l'insecte : environ 13°. La limite supérieure, elle, semble être de 24° environ, d'après le tableau précédent. On remarquera que les densités

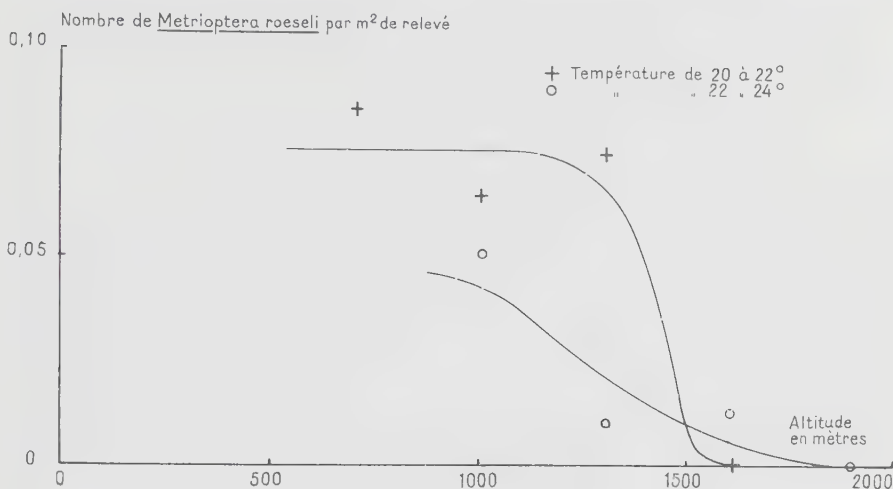


FIG. 66. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Metrioptera roeseli* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, o climat de juillet chaud et moyen, les températures étant ramenées au niveau de la mer).

moyennes en plaine pour lieux chauds et froids, semblent être assez voisines l'une de l'autre : 0,05 et 0,08 au m², ce qui tendrait à indiquer que l'humidité est pour cette espèce une condition plus importante que la température; en effet, on a déjà vu que les paliers des mêmes courbes correspondant aux lieux secs et humides étaient beaucoup plus écartés.

Résultats écologiques.

Il résulte de tout ce qui précède que *Metrioptera roeseli* est une espèce assez fortement *hygrophile* et *thermophobe*. Un indice d'aridité supérieur à 20 lui est probablement nécessaire et, de plus, dans les limites de ces régions, il est bien connu qu'il recherche spécialement les microclimats humides. D'autre part, sa zone thermique vitale est comprise entre 13 et 24° C (température moyenne vraie de juillet).

Tout cela en fait une espèce de *plaine*, capable de vivre dans la plus grande partie de la France, de l'Europe — surtout centrale et septentrionale — et la Sibérie. Toutefois, il est fort probable qu'on ne la trouve pas dans certaines régions : le Midi méditerranéen et une partie du Bassin Aquitain, peut-être la Touraine.

Cette espèce de plaine monte toutefois dans la *zone montagnarde*, mais ne dépasse pas une certaine altitude commandée par la moyenne de température minimum dont elle a besoin pour subsister. Même dans les Alpes, les régions trop sèches et trop chaudes lui sont défavorables, et c'est ce qui en fait une espèce des *Alpes du Nord*, absente des Alpes du Sud. Dans ces dernières, il ne lui suffit pas de monter pour trouver une zone de température adéquate; la trop grande sécheresse l'écarte.

Conclusion.

Metrioptera ræseli est une espèce assez rare, dont l'étude a cependant donné des résultats clairs; les renseignements écologiques obtenus dans les Alpes donnent une idée de ses exigences qui cadrent fort bien avec ce qu'on sait de sa répartition dans un plus vaste domaine. C'est d'ailleurs une espèce de plaine qui ne fait que pénétrer peu profondément en montagne; mais, dans ce milieu où elle est quelque peu une intruse, on peut saisir assez facilement ses facteurs écologiques limitants. Répartition géographique et écologie s'accordent bien pour indiquer qu'il s'agit d'une espèce angarienne.

Decticus verrucivorus.

Decticus verrucivorus est une grande espèce de *Tettigoniidæ*, de taille cependant un peu inférieure à celle de *Decticus albifrons*, seul autre représentant du genre que sa plaque sous-génitale permet facilement de distinguer du premier et qui, d'habitat très méridional, ne remonte pas du tout en montagne.

La taille est grande (24 à 38 mm chez le mâle, 27 à 44 mm chez la femelle), les organes du vol bien développés; la teinte générale est verte ou brune. Comme les *Metrioptera* et les *Platycleis*, il vit sur le sol, au contraire des *Tettigonia* (= *Phasgonura*).

Cette espèce très commune en plaine, l'est tout autant en montagne; très fréquente (elle a été trouvée dans 126 relevés sur 300, soit plus de 40 %), elle est rarement très abondante (438 *Decticus verrucivorus* récoltés sur 20 000 Orthoptères, soit guère plus de 2 %).

Elle existe dans toutes les régions des Alpes (fig. 67) et aussi dans les Pyrénées comme dans toute la France, et étend son aire de répartition sur la plus grande partie de l'Europe et l'Ouest de l'Asie. On

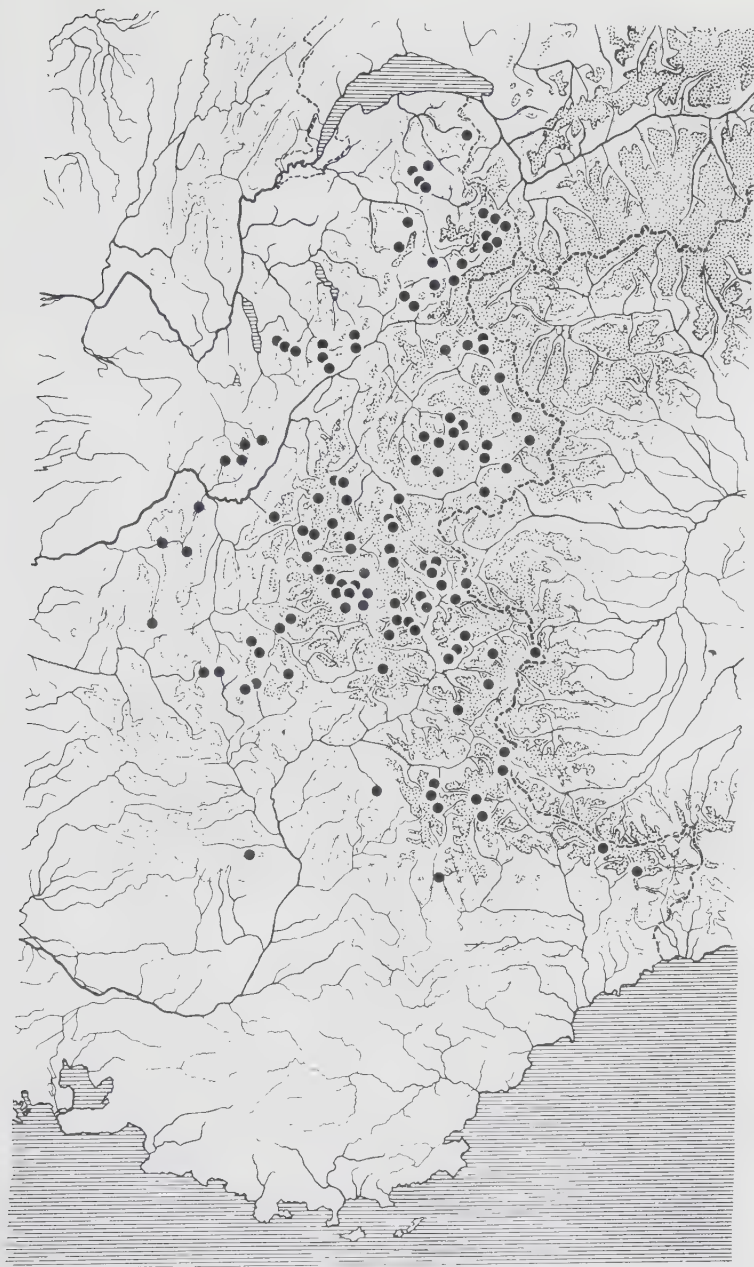


FIG. 67. — Emplacement des relevés contenant *Decticus verrucivorus*.

la trouve depuis le niveau de la mer jusqu'à une altitude de 2 400 m, c'est-à-dire assez près de l'altitude maximum où ont été observés les Orthoptères.

Influence de l'humidité.

Pour l'étudier, on a d'abord divisé tous les relevés en 5 catégories d'indice d'aridité de juillet variant de 10 en 10, et on a calculé dans chaque catégorie la proportion de relevés contenant *Decticus verrucivorus*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>D. verrucivorus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>D. verrucivorus</i>
Entre 10 et 20.....	39	9	0,23
20 et 30.....	117	56	0,47
30 et 40.....	20	9	0,45
40 et 50.....	80	34	0,42
50 et 60.....	39	16	0,41

Ce tableau montre avec une certaine sûreté, en raison du nombre élevé des captures de cette espèce, que pour des indices d'aridité compris entre 20 et 60, la proportion de relevés contenant *Decticus verrucivorus* est à peu près constante, voisine de 0,45 (une légère

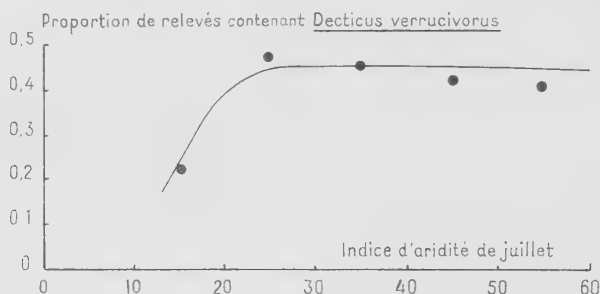


FIG. 68. — Variation de la fréquence de *Decticus verrucivorus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la trop grande sécheresse semble défavorable à l'espèce, à peu près indifférente à part cela aux conditions d'humidité.

décroissance avec l'augmentation de l'indice d'aridité n'a qu'une valeur significative douteuse). Mais un climat très sec, d'indice de juillet inférieur à 20, semble bien être nettement défavorable à l'espèce, sans toutefois l'éliminer, et il est permis de penser que l'on a mis là en évidence un facteur limitant de sa répartition (fig. 68). Signalons que c'est au contraire dans ces régions les plus sèches de la France que l'on trouve *Decticus albifrons*.

Pour obtenir plus de renseignements, on a tracé les courbes de répartition en altitude (nombre de *Decticus verrucivorus* par mètre carré de relevé en fonction de l'altitude), en séparant les relevés des régions les plus sèches (indice d'aridité de 10 à 30) et les relevés des régions les plus humides (indice d'aridité de 40 à 60) (fig. 69). Les

deux courbes partent probablement d'un palier au niveau de la mer — le petit nombre de relevés d'altitude très basse ne permet pas de conclusion définitive sur ce point — et commencent à s'abaisser vers 1 500 m pour s'annuler vers 2 500 m. Celle des régions sèches se situe nettement au-dessus de l'autre (palier voisin de 0,12 par m² au lieu de 0,7 par m²); ceci n'est d'ailleurs pas tellement significatif, car, comme on le verra plus tard, la densité moyenne des populations

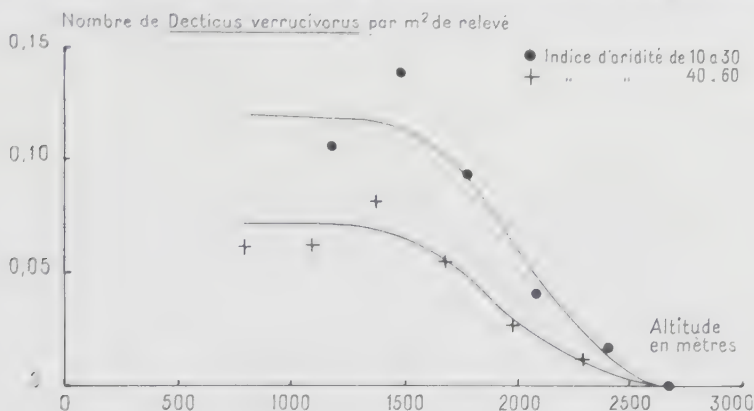


Fig. 69. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Decticus verrucivorus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec).

d'Orthoptères des Alpes du Sud est nettement plus élevée que celle des Alpes du Nord. Il reste néanmoins vrai que, si la sécheresse semble plutôt raréfier les points où l'on trouve *Decticus verrucivorus*, elle favorise au contraire en ces points l'établissement de populations de plus forte densité.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer entre eux des relevés d'altitude différente, on utilise la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer. Tous les relevés sont ainsi divisés en 5 classes et l'on peut, pour chacune d'entre elles, calculer la proportion de relevés contenant *Decticus verrucivorus*. On obtient ainsi le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>D. verrucivorus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>D. verrucivorus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	17	0,44
21 et 22°.....	9	5	0,55
22 et 23°.....	94	54	0,57
23 et 24°.....	129	43	0,33
24 et 25°.....	24	7	0,29

Les points obtenus en représentant graphiquement les résultats sont assez dispersés (fig. 70) et il est difficile d'en tirer un renseignement précis; il semble cependant que les températures plus élevées favorisent moins *Decticus verrucivorus* que les autres; mais il est fort

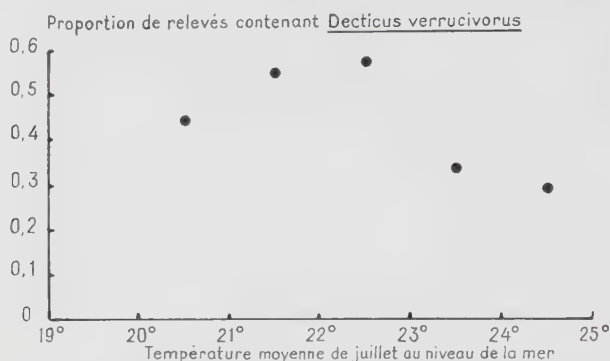


FIG. 70. — Variation de la fréquence de *Decticus verrucivorus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

possible qu'il s'agisse d'une répercussion de l'effet d'une forte sécheresse, les deux facteurs étant assez fortement liés dans les Alpes françaises.

Des renseignements complémentaires seront donnés par le tracé des

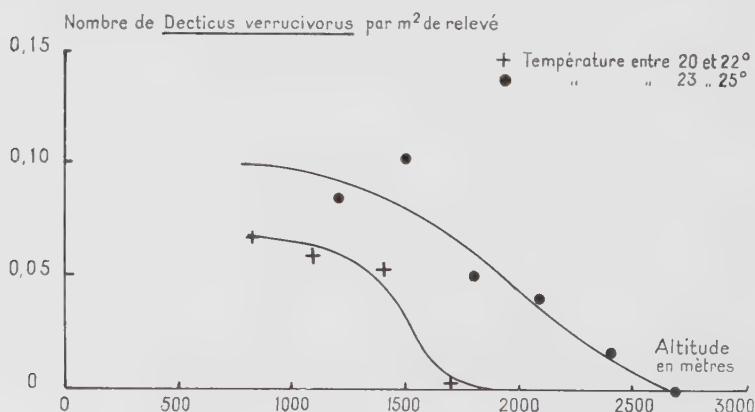


FIG. 71. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Decticus verrucivorus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer).

courbes exprimant la densité de l'insecte en fonction de l'altitude, les relevés des lieux les plus chauds et les plus froids étant séparés, suivant le même procédé que pour les indices d'aridité (fig. 71). Les deux courbes partent toutes deux d'un palier (celle des lieux chauds

étant plus élevée que celle des lieux froids : 0,10 au m² au lieu de 0,07 au m² environ) et s'abaissent progressivement, mais, comme il faut s'y attendre, la première s'annule vers 2 500 m et la seconde dès 1 900 m. Le calcul des températures vraies des relevés les plus hauts donne une série de valeurs partant de 8°5; on peut donc considérer qu'une température moyenne de juillet de 8° environ est nécessaire à *Decticus verrucivorus*. Quant à la différence entre les paliers des deux courbes, elle peut s'interpréter de la même façon que pour l'étude des indices d'aridité.

Conclusion.

Decticus verrucivorus est une espèce très robuste, assez indifférente dans de larges limites aux variations du milieu, ce qui la rend très ubiquiste. L'humidité plus ou moins grande du climat n'exerce guère d'influence sur son abondance, et ce n'est que dans les régions les plus sèches de France qu'il semble bien qu'une légère hygrophilie commence à limiter sa pullulation; il est probable toutefois que, dans des régions plus méridionales, cette influence devient décisive et se comporte comme facteur limitant, en Espagne par exemple; d'ailleurs, cette espèce n'atteint pas l'Afrique du Nord, au contraire de *Decticus albifrons*, certainement plus xérophile et thermophile.

C'est d'autre part une des espèces françaises les plus eurythermes, vivant depuis la plaine jusqu'à une altitude de 2 400 m, c'est-à-dire avec des moyennes de juillet variant entre 23° et 8°, ce qui est exceptionnel pour un Orthoptère. Cette indifférence lui permet d'habiter l'Espagne tout en remontant très au Nord de l'Europe.

Decticus verrucivorus, résistant bien au froid, présente une légère hygrophilie qui lui interdit l'origine méditerranéenne. Son écologie, ainsi que sa distribution européenne et asiatique, au contraire de *Decticus albifrons*, évoque une origine angarienne certaine.

Ephippiger ephippiger.

Le genre *Ephippiger* renferme 7 espèces françaises très semblables et difficiles à distinguer; la diagnose se fonde surtout sur la longueur de l'oviscapte chez les femelles et la forme des cerques chez les mâles; le pronotum est toujours très grand, creusé en forme de selle, les élytres très courts et les ailes rudimentaires ou absentes.

Ephippiger ephippiger est l'espèce la plus commune en France et la plus largement répandue. Elle est de taille moyenne (19 à 30 mm), avec un oviscapte relativement court (2 fois à 2 fois 1/2 la longueur du pronotum). Sa couleur est très variable : verte, jaunâtre, brune ou violacée.

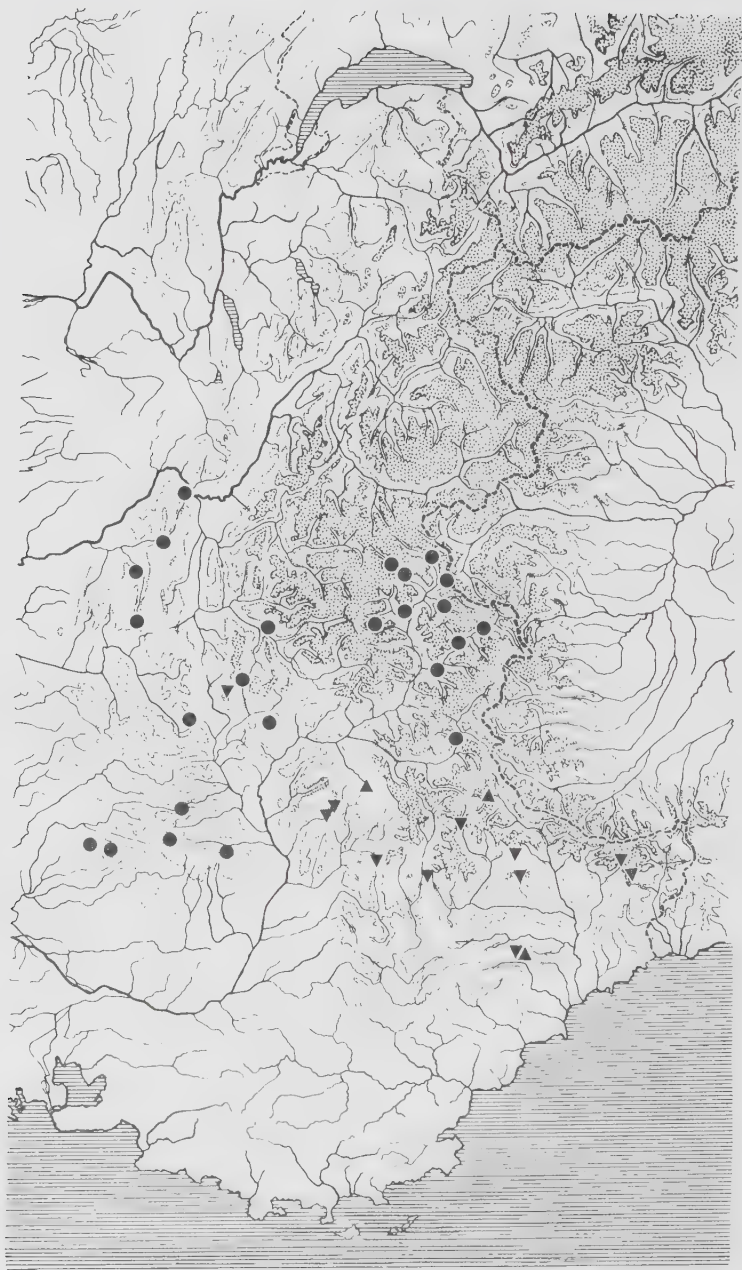


FIG. 72. — Emplacement des relevés contenant *Ehippiger ehippiger* (●) absent de l'extrême Nord des Alpes françaises; *Ehippiger bormansi* (▼) et *Ehippiger terrestris minor* (▲), formes oro-méditerranéennes.

On admet qu'il en existe des races locales, mais leurs caractères, surtout fondés sur la coloration ou la taille, ne sont pas évidents, et les espèces elles-mêmes sont si proches les unes des autres qu'il vaut mieux, à l'heure actuelle, ne pas essayer d'y établir des coupures plus fines, forcément peu nettes et assez illusoires.

Ephippiger ephippiger se rencontre à peu près dans toute la France, mais elle est plus abondante dans le Midi; son aire de répartition s'étend au Nord jusqu'à la Belgique et assez loin dans l'Est de l'Europe. Elle existe dans les Alpes, mais aucun relevé n'a montré sa présence dans l'extrême Nord (massif du Mont Blanc, Chablais, Aravis, Grande-Chartreuse) au-dessus de 500 m d'altitude, ni dans l'extrême Sud (Alpes-Maritimes, Basses-Alpes); toutes les régions intermédiaires, au contraire, en ont fourni des spécimens (fig. 72).

Cette espèce a été trouvée dans 24 relevés sur 300 environ, soit 8 %, jamais en grand nombre en altitude, sauf par places bien localisées; en tout, il en a été ramassé 65 sur 20 000 Orthoptères, soit 0,3 %, mais il faudrait peut-être augmenter légèrement cette proportion en tenant compte du fait qu'aux endroits où elles étaient en masse, on n'en prélevait pas un nombre correspondant à leur vraie proportion, car elles auraient été trop encombrantes et trop difficiles à conserver. Cependant, ces évaluations donnent une idée assez exacte de l'expansion et de l'abondance de cette espèce.

Influence de l'humidité.

Il apparaît immédiatement que presque toutes les captures d'*Ephippiger ephippiger* ont été faites dans des lieux de faible indice d'aridité. Pour préciser cela, tous les relevés sont répartis en 5 classes d'indice d'aridité croissant de 10 en 10, et dans chaque classe on calcule la proportion de relevés contenant cette espèce.

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. ephippiger</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. ephippiger</i>
Entre 10 et 20.....	39	8	0,20
20 et 30.....	117	10	0,08
30 et 40.....	20	2	0,10
40 et 50.....	80	3	0,04
50 et 60.....	39	0	0

L'examen de ce tableau montre qu'il s'agit d'une espèce nettement *xérophile*, manifestant une forte préférence pour les bas indices d'aridité; les climats les plus humides (indice d'aridité de juillet au-dessus de 50) semblent même ne pouvoir convenir à *Ephippiger ephippiger*,

au moins à partir d'une certaine altitude — 500 m par exemple. La courbe correspondante est donnée par la figure 73.

On peut essayer, pour meilleure information, de tracer les courbes exprimant la densité de l'insecte par mètre carré de relevé, en fonction de l'altitude, en séparant les relevés des régions sèches et les relevés

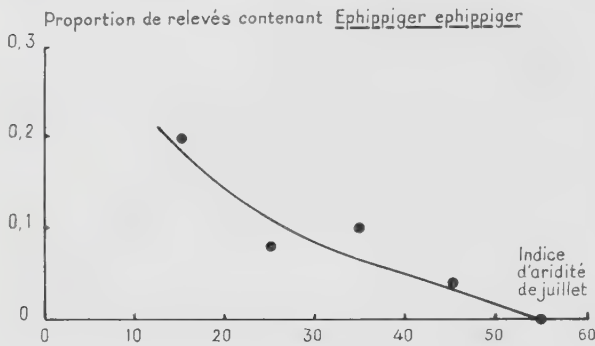


FIG. 73.

Variation de la fréquence d'*Ephippiger ephippiger* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la décroissance régulière de la courbe indique une espèce nettement xérophile.

des régions humides (fig. 74). La courbe des régions sèches part d'un palier voisin de 0,05 au niveau de la mer, baisse à partir de 1 000 m d'altitude et s'annule à 2 000 m. Il est beaucoup plus difficile de tracer la courbe analogue pour les régions humides, en raison du très petit nombre de relevés sur lequel on peut se fonder; on peut cepen-

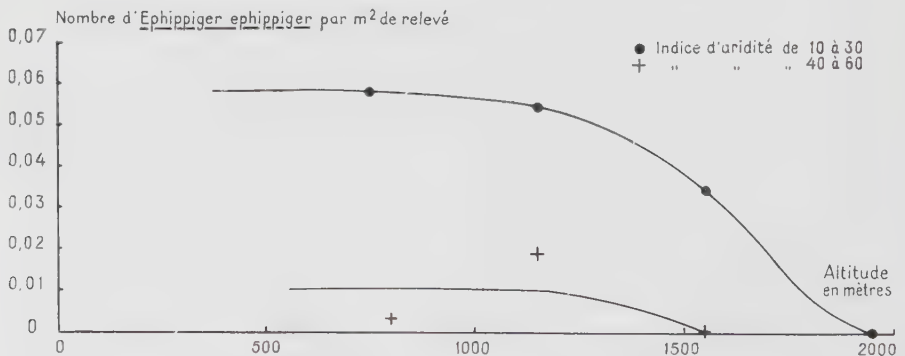


FIG. 74. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Ephippiger ephippiger* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec). La xérophilie de l'espèce est confirmée.

dant voir en gros qu'elle part d'un palier bien plus bas (0,01 au m²) et s'annule à 1 500 m.

On constate donc que si cette espèce existe un peu partout, sauf dans les régions de climat le plus humide, sa densité est bien plus forte dans les régions sèches; l'humidité a donc une forte action sur *Ephippiger ephippiger*, tant sur sa fréquence que sur sa densité, et son caractère xérophile en paraît d'autant plus accentué.

Influence de la température.

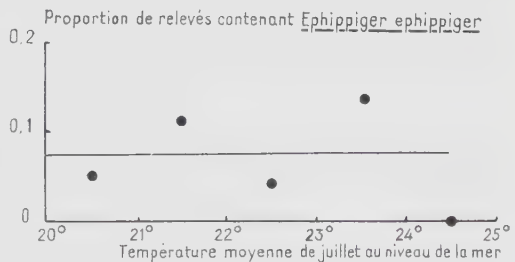
Pour comparer entre eux les différents relevés réalisés à des altitudes diverses, on utilise les températures de juillet ramenées au niveau de la mer; les relevés sont classés en 5 catégories de degré en degré, et dans chacune on calcule la proportion qui contient *Ephippiger ephippiger*.

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. ephippiger</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. ephippiger</i>
Entre 20 et 21°.....	39	2	0,05
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	4	0,04
23 et 24°.....	129	17	0,13
24 et 25°.....	24	0	0

En dehors de la dernière valeur, due probablement à une fluctuation fortuite, il est bien difficile de trouver une signification à ce tableau, et la température de juillet ramenée au niveau de la mer ne semble guère influencer la fréquence d'*Ephippiger ephippiger* (fig. 75).

FIG. 75.

Variation de la fréquence d'*Ephippiger ephippiger* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.



Les courbes exprimant la densité des populations de l'espèce en fonction de l'altitude, prises séparément pour les diverses classes de températures, ont des valeurs bien inégales : pour les lieux de température moyenne de juillet élevée, les 17 valeurs obtenues permettent de construire une courbe très valable, partant d'un palier supérieur à 0,1 par m² et s'abaissant jusqu'à zéro vers 2 000 m d'altitude. Les autres, fondées sur un très petit nombre de relevés, sont soumises à une forte incertitude; on peut cependant voir qu'elles débutent à des paliers très inférieurs et s'annulent plus vite (fig. 76).

Par conséquent, les températures élevées donnent lieu à des populations d'*Ephippiger ephippiger* beaucoup plus denses; mais il est fort possible qu'en réalité, la sécheresse, dont la corrélation est très forte

dans les Alpes françaises avec les moyennes de température élevées, soit le facteur prépondérant.

Un examen de la température réelle de tous les relevés contenant *Ephippiger ephippiger* — qui peut être aisément calculée — montre qu'on n'en trouve pas de plus basse que 13°, et on peut fixer cette valeur sans trop de crainte d'erreur pour celle de la limite inférieure de température moyenne vraie de juillet que peut supporter l'espèce.

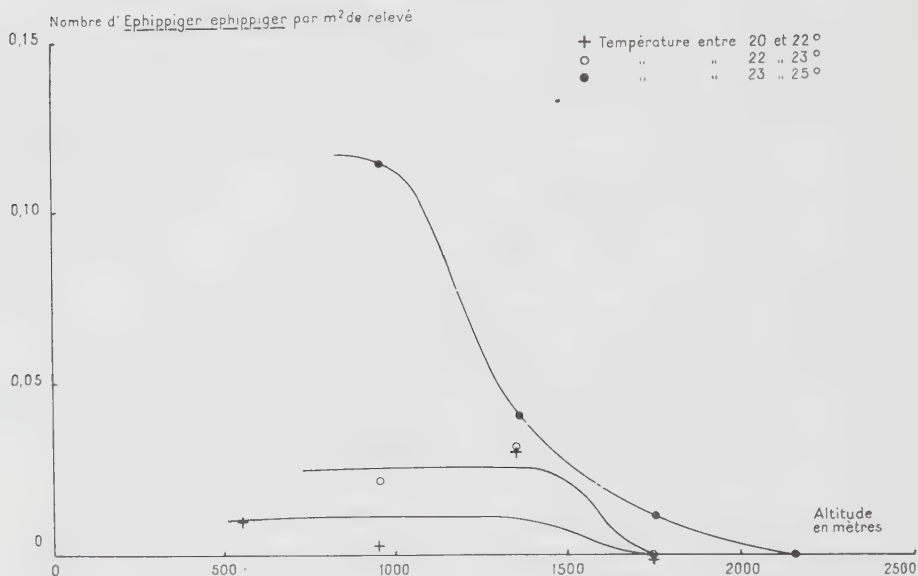


FIG. 76. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Ephippiger ephippiger* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, o climat de juillet moyen, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer).

Résultats écologiques.

Il résulte des études précédentes qu'*Ephippiger ephippiger* est une espèce très nettement *xérophile*, qui n'existe pas si l'indice d'aridité dépasse 50 et, au-dessous de cette limite, est beaucoup plus abondante dans les climats les plus secs; elle peut exister sur presque tout le territoire français, qui ne comprend que de faibles surfaces d'indice d'aridité élevé — une partie des Alpes du Nord —, mais elle est à coup sûr bien plus abondante dans le Midi de la France.

Pour la température, on peut surtout fixer à 13° la moyenne vraie de juillet au-dessous de laquelle l'espèce ne peut vivre, ce qui l'empêche de monter beaucoup en haute montagne : *Ephippiger ephippiger* reste une espèce de plaine qui ne pénètre que discrètement dans les massifs montagneux. Il ne semble guère possible de fixer la limite

supérieure de température de cette espèce avec les moyens dont on dispose. Toutefois, le fait qu'aucun des relevés faits dans les régions les plus chaudes (température moyenne de juillet au niveau de la mer entre 24 et 25° C) ne le contenait, amène à penser que cette limite ne doit pas être loin d'être atteinte dans la région méditerranéenne, mais ce n'est qu'une hypothèse.

Conclusion.

Cette espèce de plaine peut pénétrer en montagne jusqu'à une certaine altitude fixée par la température moyenne vraie de juillet de 13°. Dans nos pays, elle peut être considérée comme *thermophile*. Une humidité trop forte lui interdit de plus le NW des Alpes, mais l'espèce peut exister à peu près dans tout le reste de la France et se montre modérément *xérophile*.

Tout ceci n'infirme nullement l'origine méditerranéenne de cette espèce qui est celle dont l'aire de répartition est la plus vaste dans le genre *Ephippiger*.

Ephippiger bormansi et *Ephippiger terrestris minor*.

Ces deux formes appartiennent au même groupe du genre *Ephippiger* et sont d'ailleurs de distinction difficile. Les femelles sont très semblables; *E. bormansi* possède en principe un oviscapte plus long que *E. terrestris minor*, dépassant les pattes postérieures allongées, mais ce caractère n'est pas très net; les mâles sont un peu plus différents; les cerques de ceux d'*E. terrestris* se terminent par une pointe plus effilée et moins massive que ceux d'*E. bormansi*; chez ces derniers également, les angles de la valve anale supérieure sont plus aigus et plus allongés. Seuls les deux sexes réunis permettent de déterminer à peu près sûrement l'espèce à laquelle ils appartiennent, et certains spécimens ramassés dans les relevés restent encore d'identification douteuse. Dans une étude récente, très minutieuse, NADIG (1960) ne se prononce pas définitivement sur la valeur relative de ces deux formes.

Toutes deux se trouvent dans le Sud des Alpes et les montagnes du Midi de la France. *E. bormansi* est considérée comme une espèce isolée; *E. terrestris minor* comme une variété d'*E. terrestris*, espèce localisée à la Côte d'Azur et à son arrière-pays ainsi qu'aux régions voisines de l'Italie; elle ne se distingue du type que par une taille beaucoup plus faible et son habitat en altitude; ce serait la forme montagnarde de l'espèce.

Contrairement aux renseignements fournis par les faunes, *E. bor-*

mansi, présentée comme une rareté, est apparue dans les relevés du Sud des Alpes beaucoup plus fréquemment que *E. terrestris minor* — sous réserve d'erreurs de détermination qui, malgré les difficultés, ne peuvent guère affecter l'ensemble des conclusions : 5 *Ephippiger terrestris minor* répartis en 3 relevés (sur 300 soit 1 %) ; 53 *Ephippiger bormansi* répartis en 11 relevés (sur 300, environ 3 %) sur un total de 20 000 Orthoptères récoltés. Toutes les captures ont été faites dans les deux départements des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes, sauf une dans la montagne d'Aurouze, au sud des Hautes-Alpes (fig. 72).

Malgré les faibles données fournies par les relevés, on essaiera de savoir si ces deux espèces, de morphologie si semblable, présentent quelque dissemblance écologique.

Influence de l'humidité.

Les relevés étant répartis en 5 classes d'indice d'aridité variant de 10 en 10, on examine dans chacune de ces classes la proportion de relevés contenant *Ephippiger bormansi* ; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. bormansi</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. bormansi</i>
Entre 10 et 20.....	39	4	0,10
20 et 30.....	117	7	0,06
30 et 40.....	20	0	0
40 et 50.....	80	0	0
50 et 60.....	39	0	0

Ephippiger bormansi se trouve donc exclusivement dans les régions de climat sec ; c'est une espèce fortement *xérophile*.

Sur les 3 relevés contenant *Ephippiger terrestris minor*, 1 possède un indice d'aridité compris entre 10 et 20, 2 entre 20 et 30 ; le parallélisme est complet sur ce point avec l'espèce précédente et sa xérophilie est aussi prononcée.

Influence de la température.

Si l'on veut comparer entre eux des relevés d'altitude différente, il faut utiliser la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer ; on constate que les deux espèces se trouvent exclusivement dans les lieux dont la température est la plus élevée ; ceci n'a pas

grand intérêt, car elles se trouvent dans une zone altitudinale restreinte et, les températures élevées étant assez fortement liées à la sécheresse, on n'en peut tirer de conclusion intéressante.

La courbe de répartition altitudinale — nombre d'insectes par mètre

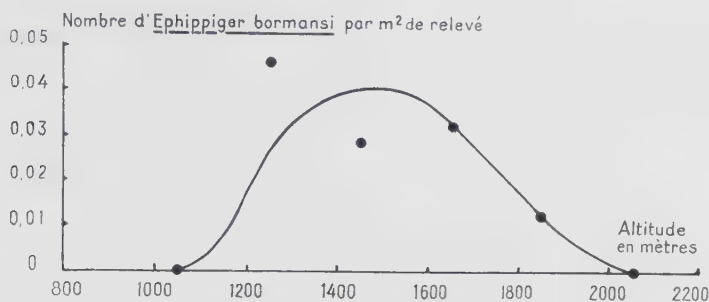


FIG. 77. — Variation de la densité d'*Ehippiger bormansi* en fonction de l'altitude dans les Alpes du Sud; il s'agit d'une espèce montagnarde.

carré de surface explorée en fonction de l'altitude — ne peut être tracée pour *Ehippiger terrestris minor*, trop rare; on obtient pour *Ehippiger bormansi* une courbe en cloche assez irrégulière (ce qui n'est pas surprenant : elle est fondée sur 11 relevés seulement), étagée

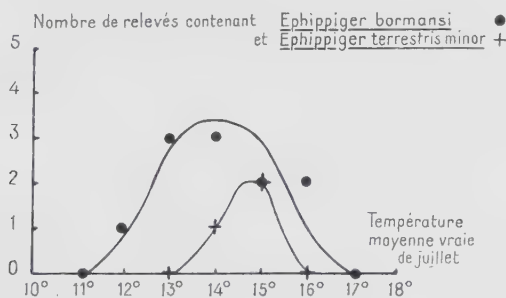


FIG. 78. — En abscisses, température moyenne vraie de juillet; en ordonnées, nombre de relevés contenant *Ehippiger bormansi* (•) et *Ehippiger terrestris minor* (+); limites et optimum approximatifs pour chaque espèce sont ainsi mis en évidence.

entre 1 400 et 2 000 m environ (fig. 77). Par comparaison, les valeurs trouvées pour la première espèce sont 1 300, 1 600 et 1 700 m, tout à fait comparables.

Il est plus intéressant d'examiner la répartition de ces espèces, en fonction de la température vraie aisément calculable pour chaque relevé, compte tenu de sa situation géographique et de son altitude.

On obtient, en portant en abscisses la température vraie de juillet, en ordonnées le nombre de relevés contenant *Ephippiger bormansi*, une courbe en cloche assez régulière compris entre 11 et 17°, avec un maximum pour 14° (fig. 78). Pour *Ephippiger terrestris minor*, les températures vraies des 3 relevés le contenant sont 14°, 15°, 15°5, assez voisines du maximum de fréquence de la précédente espèce; on peut donc dire que les exigences des deux espèces en ce qui concerne la température sont très semblables, la dernière étant peut-être plus sténotherme.

Conclusion.

Les conditions physiques d'existence de ces deux espèces sont donc pratiquement identiques : très *xérophiles*, elles ne supportent qu'un indice d'aridité de juillet inférieur à 30, plutôt *sténothermes*, elles sont confinées entre des températures vraies de juillet de 11 à 17°.

Ces conditions assez rigoureuses en font des espèces inféodées aux moyennes altitudes du Midi méditerranéen, en France et en quelques régions voisines : Piémont, Lombardie, Tessin, et il est plus que probable que c'est là leur centre de dispersion et leur lieu d'origine. Aucun autre lieu en France ne peut leur convenir, excepté une étroite bande un peu au nord de leur territoire — la localité de la montagne d'Aurouze montre en fait qu'elles doivent s'y trouver, mais probablement très clairsemées. Les Pyrénées, trop humides, la bordure méridionale du Massif Central, trop chaude, ne peuvent leur convenir.

Les conditions d'humidité et de température suffisent donc parfaitement à expliquer la très petite aire de répartition de ces deux espèces, qui occupent à peu près toute la surface où ces deux facteurs physiques ont des valeurs favorables.

Ephippiger bormansi et *Ephippiger terrestris*, morphologiquement très voisines, ont des exigences écologiques identiques qui soulignent encore leur parenté certainement très proche. Un caractère de convergence secondaire a de plus rapproché de la première, plus petite, la forme *E. terrestris minor* qui, en montant en altitude, a subi une importante réduction de taille.

Tettigonioidea exceptionnellement rencontrés dans les Alpes françaises.

Quelques espèces appartenant à la superfamille des *Tettigonioidea* n'ont été trouvées en petit nombre — généralement par individus isolés — que dans quelques très rares relevés sur les 300 réalisés dans les Alpes françaises. Certaines vivent dans toute la France, d'autres sont considérées comme propres aux régions montagneuses;

s'il est assez naturel de ne pas trouver les premières en altitude — il s'agit alors à coup sûr d'espèces qui ne la supportent pas —, il est plus curieux de ne rencontrer les secondes qu'à titre exceptionnel.

La cause en est due principalement, il faut le croire, au genre de vie spécial de certaines d'entre elles qui vivent dans les buissons ou même les arbres, souvent cachées le jour et qui ne manifestent pas leur présence par un chant bruyant comme les *Phasgonura*, abondantes dans les relevés. Les insectes étaient en effet surtout prélevés à terre, dans les herbes, sur les buissons, mais rarement dans les arbres; le plus souvent, ceux-ci manquaient aux endroits des relevés et la chasse y est très difficile, surtout lorsqu'elle n'est encouragée par l'audition d'aucun chant. Il est cependant curieux qu'après une prospection si approfondie de l'ensemble des Alpes françaises, les spécimens ramassés de ces espèces soient en si petit nombre. On verra à propos de chacune ce qu'il faut en penser.

Il est évidemment impossible de faire sur des insectes aussi rarement trouvés une étude écologique aussi poussée que sur d'autres, très communs; toutefois, certaines remarques évidentes ont pu être suggérées par les captures, comparées avec celles d'autres auteurs, et il peut être intéressant de les signaler, à défaut de renseignements plus complets. Rappelons que dans l'ensemble des 300 relevés des Alpes françaises, il a été prélevé, à très peu près, 20 000 Orthoptères, appartenant à une soixantaine d'espèces.

Une seule de ces espèces rarement rencontrées appartient à la petite famille des *Meconomidæ*; toutes les autres appartiennent à celle des *Phanopteridæ*. *Saga pedo*, unique représentant de la famille des *Sagidæ*, a été trouvée une fois au voisinage d'un relevé.

Meconema thalassina.

Un seul exemplaire (mâle) de cette espèce a été trouvé, à Charamillon, dans la vallée de Chamonix, à 1 700 m d'altitude (relevé 6). Cette espèce vit dans les arbres, et il est probable qu'elle a dû échapper aux recherches en de multiples endroits; il est probable cependant qu'elle n'est pas commune en montagne; peut-être même cette capture est-elle réellement exceptionnelle, et cet insecte supporte-t-il mal l'altitude; le manque de renseignements n'autorise aucune conclusion sur ce sujet.

Cette unique capture, faite dans un massif très humide, jointe au fait que *Meconema thalassina* est signalée comme plus abondante dans la moitié septentrionale de la France, inclinerait à penser qu'il s'agit d'une espèce plutôt *hygrophile* — son habitat, surtout forestier, le confirme — et s'accommodant mal des températures trop élevées.

Saga pedo.

Cet insecte, qui est d'ailleurs toujours rare, n'a aussi été rencontré qu'une fois, à l'état larvaire, au mois de juin, au voisinage du relevé 309, fait sur le flanc du Mont Ventoux, à 900 m d'altitude.

Végétation et climat sont d'ailleurs en ce point assez typiquement méditerranéens; *Saga pedo* n'est pas une espèce montagnarde et, si elle remonte un peu les hauteurs du SE de la France, elle n'y atteint probablement pas l'altitude de 1 000 m. C'est un insecte que tout signale comme *xérophile* et *thermophile*, qui n'appartient pas à la faune des Alpes, mais à celle du Midi méditerranéen. Sa présence à une altitude de 900 m indique seulement qu'elle peut s'accommoder d'une température moyenne de juillet inférieure à 20°.

Tylopsis liliifolia.

Cet insecte n'a été trouvé dans aucun relevé, mais seulement dans des endroits assez différents, quoique situés sur le territoire des Alpes : par exemple dans les gorges du Nesque (Vaucluse), à 600 m d'altitude; ou près de relevés, mais à des époques différentes : Mont Ventoux (Vaucluse). Cette espèce, surtout méditerranéenne, très *thermophile* et *xérophile*, ne se trouve en montagne qu'exceptionnellement, ne monte guère au-dessus de 1 000 m et n'existe que sur une faible partie de la surface des Alpes, la plus méridionale. Ce n'est qu'une espèce méditerranéenne parfois égarée dans les hauteurs qui bordent cette région.

Leptophyes punctatissima.

Cette petite espèce n'a été trouvée que dans 3 relevés, 312 dans la montagne de Lure, 408 et 413 très près l'un de l'autre, dans le massif du Pelvoux au mois d'août, à 1 400 et 1 500 m; malgré la saison déjà avancée, les quelques exemplaires récoltés dans ces deux derniers relevés étaient encore sous forme de larve, et il est possible que rares soient les individus qui arrivent à l'état adulte; ils se trouvaient aussi bien par terre que dans les buissons. Le relevé 312, sur le flanc nord de la montagne de Lure, a été fait vers 800 m, dans un endroit situé au pied de la muraille très escarpée du chaînon principal, qui le domine; cette petite région présente des caractères très spéciaux en raison de son faible ensoleillement, et de nombreuses espèces alpines (*Podisma pedestris*, *Anonconotus alpinus*) y descendent au-dessous de 1 000 m; elle abrite toutes sortes d'espèces dont plusieurs dont on parle ci-dessous : *Isophya pyrenæa*, *Orphania denticauda*, et la richesse de sa faune d'Orthoptères est exceptionnelle.

Il est bien difficile de conclure de ce qui précède la nature des exigences écologiques de *Leptophyes punctatissima* ; il semble qu'il s'agisse d'une espèce plutôt *mésophile*, fréquentant des régions sèches, mais où elle préfère les forêts et les buissons, nettement plus humides. L'altitude de 1 500 m où on la trouve permet de penser qu'une température moyenne de juillet inférieure à 15° peut parfaitement lui suffire. Cette espèce reste cependant toujours rare, mais il n'est pas impossible que son habitat dans les arbres et arbustes, joint à son chant extrêmement faible, n'ait fait souvent méconnaître sa présence ; il est toutefois difficile de penser que cette espèce soit abondante en montagne, et on considérera comme probable que sa présence n'y est guère qu'occasionnelle.

Isophya pyrenæa.

Cette espèce n'a été rencontrée qu'une fois, dans la montagne de Lure, au relevé 312 déjà signalé ; comme elle est signalée surtout comme vivant à terre ou dans les herbes, c'est à coup sûr réellement une espèce exceptionnelle dans les Alpes, dont la présence n'est pas masquée par un habitat spécial. Il est vain de tirer une conclusion de cette unique capture — peut-être la première des Alpes françaises ; les autres localités françaises de cette espèce la montreraient comme plutôt *hygrophile*.

Barbitistes serricauda.

Jamais trouvée dans un relevé, cette espèce a fourni un exemplaire récolté sur des buissons, aux Praz, dans la vallée de Chamonix, vers 1 000 m d'altitude. Il n'y a pas d'autres renseignements provenant de captures personnelles ; les indications des faunes en feraient plutôt, comme la précédente, une espèce *hygrophile*.

Orphania denticauda.

Orphania denticauda a été rencontrée — toujours en exemplaire unique — dans 3 relevés : 312 déjà cité, dans la montagne de Lure, 640 au col de la Croix-de-Fer, vers 2 000 m, 682 au col de Maure, vers 1 300 m, dans les Basses-Alpes ; et une capture en a aussi été faite à Saint-Martin-Vésubie, à 900 m d'altitude.

Il n'a jamais été observé de pullulations de cette espèce, telle qu'elle est rapportée par les auteurs ; elle a même toujours paru fort rare ; les quelques rares captures faites tendent à la montrer comme une espèce plutôt *xérophile*, largement répandue en altitude et donc assez *eurytherme*, cependant confinée en montagne pour des raisons mal connues. En effet, les températures moyennes vraies de juillet où elle

a été trouvée sont 10 et 19°; cette dernière permettrait parfaitement sa descente dans les régions basses de la France, au moins septentrionales; sa présence sur toutes les montagnes françaises montre d'ailleurs qu'il a dû en être ainsi à une époque encore assez récente.

Les Grillons.

Le groupe des *Grilloidea* est très mal représenté en montagne et en particulier dans les Alpes, ce qui n'est pas étonnant, car il s'agit surtout d'espèces à affinités tropicales. Il n'existe pas de Grillons spéciaux à la région alpine, et ceux qui pénètrent en montagne sont des espèces de plaine faisant preuve d'une meilleure résistance au froid.

Il n'en a été trouvé dans les relevés que 3 espèces : *Gryllus campestris* et *Nemobius silvestris*, appartenant à la famille des *Gryllidæ*, et *Æcanthus pellucens*, appartenant à la famille des *Æcanthidæ*. Le petit nombre de captures de ces 3 espèces empêche de faire sur elles des statistiques valables et rendrait par exemple illusoire le tracé de courbes de fréquence en fonction de l'altitude. Cependant, le petit nombre de renseignements apportés par les relevés donne de précieuses indications sur l'écologie de ces espèces dont on peut dire avant toute chose qu'elles vivent mal en altitude.

Gryllus campestris.

Ce Grillon, si banal en plaine, n'a été récolté — le plus souvent à l'état larvaire, d'ailleurs — que dans 6 relevés sur 300 environ, soit 2 %, et il n'en a été pris qu'une dizaine d'exemplaires. Le chant des adultes permet pourtant de les repérer facilement malgré leurs terriers et ce n'est pas une espèce qui passe facilement inaperçue.

Ces 6 relevés viennent : 3 de la Grande-Chartreuse, 2 du Vercors, 1 du Champsaur, c'est-à-dire par leur majorité de régions humides (4 sur 6 d'indice d'aridité de juillet dépassant 40), un seul, le dernier, d'une région assez sèche (indice d'aridité entre 20 et 30) (fig. 79). Les altitudes de ces relevés sont les suivantes : 900 m, 800 m, 900 m, 600 m, 300 m, 1 100 m. Ce serait une grave erreur d'en conclure que ce Grillon préfère les régions humides : sa répartition, qui couvre toute la France et s'étend en Afrique du Nord, montre le contraire; cela tient uniquement au fait que dans les régions sèches des Alpes il n'a été fait qu'un très petit nombre de relevés au-dessous de 1 000 m d'altitude (8 en tout), car on n'y rencontre pratiquement que des espèces de plaine et pas d'espèces de montagne qui font l'objet de ce travail; au contraire, celles-ci descendent fréquemment à de basses altitudes dans les Alpes du Nord et il y a été fait de nombreux

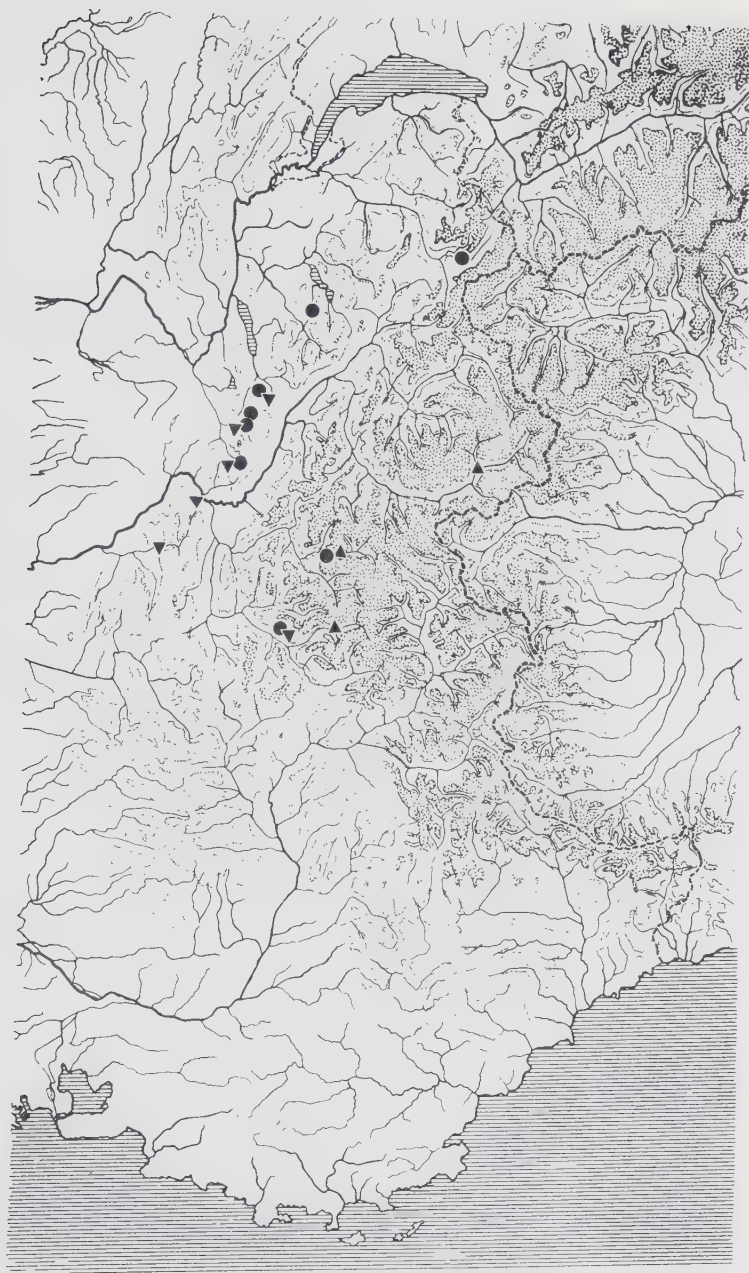


FIG. 79. — Emplacement des relevés contenant *Gryllus campestris* (▼), *Nemobius silvestris* (●) et *Ecanthus pellucens* (▲).

relevés (31 en tout). Le rapport de ces deux nombres est tout à fait analogue à celui des relevés de région sèche et de région humide, et il semble donc bien que *Gryllus campestris* s'accommode parfaitement,

sans montrer de préférence bien marquée, de toute la gamme d'humidité et de sécheresse qu'on rencontre dans les Alpes françaises.

Ces relevés montrent encore que ce Grillon ne dépasse pratiquement pas une altitude de 1 000 m sur ce territoire; c'est probablement la température qui se montre là le facteur limitant. Les températures vraies (moyenne de juillet) calculées pour les 6 relevés sont : 15°, 15°5, 15°, 17°, 18°5, 16°. Il semble donc bien que cette espèce ait besoin d'une moyenne de juillet de 15° au minimum pour subsister, au moins dans les Alpes françaises. Il est en effet indiqué une station dans les Pyrénées (CHOPARD, 1951) à 1 750 m d'altitude, près de Caunterets, ce qui donnerait une température moyenne de juillet voisine de 10°; cette indication n'offre pas toutefois une sécurité aussi parfaite que celle des relevés effectués dans les Alpes.

Il faut aussi remarquer qu'un facteur très important doit aussi influencer sur la répartition de cette espèce, dû au fait assez particulier qu'elle n'hiverné pas à l'état d'œuf, comme la plupart des Orthoptères de montagne, mais de larve : c'est la température hivernale, beaucoup plus élevée à altitude égale dans les Pyrénées que dans les Alpes du Nord; la différence est de l'ordre de 5 à 6°. Il est difficile d'en tirer des idées précises, car on ne possède guère de renseignements sur les conditions d'hivernage de l'insecte, mais il faudrait certainement tenir compte de ce facteur dans une étude plus précise de la répartition des Grillons; et il suffirait peut-être à expliquer les altitudes plus élevées atteintes dans les Pyrénées par *Gryllus campestris*.

On peut donc tenir cette espèce, probablement d'origine africaine ou méditerranéenne, comme assez indifférente aux conditions d'humidité, mais comme trop thermophile — en été, en hiver ou les deux — pour coloniser en montagne des altitudes élevées.

Nemobius silvestris.

Ce Grillon, très commun lui aussi en plaine, est localisé aux forêts et à leurs abords immédiats. Peu de relevés dans les Alpes ont été faits en pleine forêt, par suite de l'extrême pauvreté en Orthoptères de ce milieu en montagne; on n'y rencontre guère que de rares trans-fuges des régions voisines, et surtout dans les clairières et aux lisières. Rien d'étonnant par conséquent à ce qu'il n'ait été récolté que dans 8 relevés sur 300, mais souvent en quantités importantes, tant larves qu'adultes — une centaine en tout. On les trouve en effet souvent en très grand nombre sur le sol, dans les feuilles sèches.

6 relevés sur les 8 contenant *Nemobius silvestris* proviennent de régions humides, à indice d'aridité de juillet compris entre 40 et 60 : Mont Blanc, Massif des Bauges, Grande-Chartreuse (4 dans ce dernier massif), à des altitudes comprises entre 800 et 1 000 m; les 2 autres relevés proviennent du Pelvoux et du Champsaur, bien plus secs, et tous deux à 1 100 m (fig. 79). La répartition est calquée sur celle de

Gryllus campestris : *Nemobius silvestris* ne préfère probablement pas du tout les régions humides, mais reste cantonné dans les forêts ou au voisinage et ne dépasse pas l'altitude de 1 100 m; or, la plupart des relevés d'altitude inférieure proviennent des Alpes du Nord, et la prédominance de ceux-ci dans les 8 contenant cette espèce n'a rien de significatif. On peut donc considérer *Nemobius silvestris* comme assez indifférent aux conditions d'humidité, ce qui n'est pas étonnant si l'on réfléchit qu'il vit surtout dans un microclimat assez bien défini et qui doit rester beaucoup plus constant que l'ensemble de la région. Sa distribution, à peu près dans l'ensemble de l'Europe et de l'Afrique du Nord, confirme bien cette notion.

Pour les 8 relevés contenant cette espèce, la température moyenne vraie de juillet, calculée, était comprise entre 15° et 16°5. En fait, ce Grillon vit peut-être à une température un peu plus basse, sous le couvert de la forêt, mais il est probable qu'on peut tenir 15° comme la limite inférieure de température moyenne de juillet qui lui est nécessaire pour vivre.

Rappelons aussi qu'il s'agit d'une espèce hibernant à l'état de larve et non pas d'œuf; ce fait doit aussi jouer un rôle certain dans l'impossibilité pour ce Grillon de monter à des altitudes élevées.

En définitive, *Nemobius silvestris* est une espèce que son habitat assez spécial, allié à de bonnes facultés d'adaptations, autorise à habiter une grande partie de l'Europe et de l'Afrique du Nord, à la condition de rencontrer des forêts. Assez indifférent à l'humidité plus ou moins grande de la région, il ne peut monter bien haut en montagne, ne pouvant probablement supporter de trop basses températures, été comme hiver. WEIDNER (1941) confirme cette hypothèse en signalant qu'en Hesse, cette espèce ne monte pas au-dessus de 600 m, et FRUHSTORFER (1921) ne le trouve pas en Suisse au-dessus de 1 200 m.

Æcanthus pellucens.

Encore plus rare en montagne que les deux précédentes, cette espèce n'a été trouvée que dans 3 relevés, et il n'en a été récolté en tout que 7 individus, ce qui est probablement en partie dû au fait qu'il s'agit d'un animal discret, chantant surtout la nuit; mais, malgré cette restriction, il s'agit quand même certainement d'un Grillon plutôt exceptionnel dans les régions élevées.

Contrairement aux deux espèces précédentes, les captures proviennent de régions plutôt sèches : massif du Pelvoux et Maurienne (fig. 79), et de plus dans des microclimats très secs et chauds, sur de fortes pentes exposées plein Sud et portant une végétation d'affinité méditerranéenne (*Stipa pennata*, *S. capillata*, *Melica ciliata*, *Nepeta nepetella*, *Lavandula spica*, *Artemisia absinthium*, etc.). Dans les régions plus méridionales, si des relevés plus nombreux avaient été

faits à une altitude inférieure à 1 000 m, il est hors de doute que les captures de ce Grillon se seraient multipliées.

Les altitudes de ces 3 relevés sont 800, 1 100 et 1 300 m, correspondant à des températures vraies moyennes de juillet de 17°5, 16° et 15°5. *Æcanthus pellucens* paraît donc pouvoir supporter une température de 15°, comme les deux espèces précédentes, mais il est probable que cela ne se réalise que dans des microclimats particulièrement bien exposés, correspondant à un gain dans la moyenne de température qu'il est difficile de préciser, mais qui doit être au moins de l'ordre de 1 ou 2 degrés. Ceci correspondrait parfaitement avec la distribution en France de cette espèce, qui remonte jusqu'au nord de Paris (Ardennes, Eure, Calvados) mais y trouve sa limite septentrionale.

Sur les trois relevés contenant cet insecte, deux sont situés dans la zone d'indice d'aridité compris entre 20 et 30, un entre 30 et 40. Il est probable qu'*Æcanthus pellucens* est une espèce assez xérophile, qui ne peut supporter un indice d'aridité de juillet supérieur à 40; ceci ne lui interdit guère d'ailleurs en France que la partie externe des Alpes septentrionales.

Æcanthus pellucens, au contraire des deux espèces précédentes, hiverne à l'état d'œuf et éclôt au printemps; les températures hivernales sont donc certainement beaucoup moins à considérer que pour celles-ci; cependant, le fait que la ponte a lieu dans des tiges sèches de plantes et non en terre pourrait réserver des surprises à cet égard.

L'écologie de cette espèce est donc très différente de celle des deux espèces précédentes; un peu plus thermophile peut-être, elle est en tout cas beaucoup plus xérophile et ceci n'infirmes pas plus que sa distribution très étendue vers le Sud et le Proche-Orient, l'idée d'une origine africaine. Elle ne pénètre en montagne qu'à la faveur de vallées particulièrement chaudes et sèches (Maurienne, Valgaudemar par exemple), et sa distribution, probablement dispersée, nécessite peut-être pour s'expliquer l'existence d'un climat antérieur plus chaud et plus sec.

B. — ACRIDIENS

Les Tetrix.

Les *Tetrigidæ* forment une famille très spéciale, tout à fait à part des autres Acridiens : le pronotum est longuement prolongé en arrière, les élytres sont réduits à de petites écailles latérales, mais les ailes sont développées normalement dans la majorité des cas. En France, cette famille comprend le genre *Paratettix* avec une seule espèce qui n'a pas été trouvée dans nos relevés, et le genre *Tetrix* comprenant 8 espèces dont probablement 5 ont été récoltées.

Les espèces de *Tetrix* sont de détermination difficile, car elles sont très polymorphes et leur couleur est variable quoique allant toujours du noir au jaune en passant par le gris et le brun; d'autre part, des caractères importants pour la séparation des espèces, comme la longueur relative des articles des antennes, sont d'appréciation très délicate. Aussi, la détermination de certaines de nos captures serait-elle sujette à révision; plusieurs espèces sont toutefois bien reconnaissables.

La détermination absolument exacte des *Tetrix* ramassés n'est malheureusement pas tellement importante, car il en existe un trop petit nombre de captures pour que celles-ci puissent donner de bons résultats sur leur écologie. Il semble clair qu'une étude de la répartition dans les Alpes des différentes espèces de *Tetrix* devrait être traitée spécialement grâce à des recherches portant sur les microclimats qu'elles fréquentent et qui n'ont pas été prospectés plus que les autres pour ce travail : bords des ruisseaux, mousse, feuilles mortes, etc., et il faudrait s'attacher exclusivement à ce genre.

Ces Orthoptères ont été trouvés dans toutes les régions des Alpes françaises et le genre est certainement très dispersé. 16 relevés en contenaient, mais 13 seulement étaient utilisables, les autres renfermant seulement des larves indéterminables; les *Tetrix* ont en effet un cycle particulier, car ils hibernent à l'état de larve ou d'adulte immature et c'est probablement la raison pour laquelle ils sont très rares à altitude élevée. On se contentera de passer en revue rapidement les différentes espèces trouvées, avec les quelques renseignements recueillis sur leur compte.

Tetrix depressa.

Cette espèce est la plus facile à reconnaître grâce à la forme spéciale de sa carène dorsale, et sa détermination présente une grande sécurité. Elle a été trouvée de la Vanoise et du Vercors au Queyras, dans 6 relevés provenant de régions d'indices d'aridité très différents,

répartis sur toute l'échelle de ceux-ci. Il en est de même pour la répartition par rapport aux régions de différente température moyenne ramenée au niveau de la mer; le petit nombre de relevés ne permet aucune conclusion sur ces deux points.

Les températures vraies des relevés contenant *Tetrix depressa* s'étagent seulement entre 14 et 16°, et il est probable que l'insecte ne peut guère supporter une température moyenne de juillet plus basse que 14°.

Les auteurs font de cette espèce un représentant de la faune méditerranéenne; en tout cas, elle est alors largement eurytherme puisqu'elle vit en Afrique du Nord, en Europe méridionale, en Asie Mineure et monte dans les Alpes jusqu'à 1 600 m.

Tetrix subulata.

Cette espèce, voisine de *Tetrix bolivari* qui n'a pas été rencontrée dans nos relevés, n'a été trouvée que deux fois, dans le Queyras, région très sèche et très chaude, et un peu au sud du col du Bonhomme, près du massif du Mont Blanc, région humide et assez froide; dans les deux cas, l'altitude était inférieure à 1 500 m et la température moyenne de juillet, calculée dans les deux, était de 14°5. *Tetrix subulata* semble donc assez indifférent aux conditions hygrométriques et peut supporter des moyennes de juillet de 14°. Il a pourtant été rencontré dans deux relevés seulement, et en très petit nombre.

Ceci ne s'oppose pas aux origines angariennes qu'on lui attribue généralement, son aire de répartition s'étendant sur toute l'Europe et l'Asie paléarctique.

Tetrix tenuicornis.

Cette espèce, très difficile d'ailleurs à distinguer de *Tetrix bipunctata* et de *Tetrix vittata*, a été trouvée seulement une fois dans le Vercors, à très faible altitude — 300 m —, et cette capture ne peut guère être considérée comme faisant rentrer cette espèce dans la faune alpine. Il est bien possible qu'il s'agisse d'une espèce qui n'existe pas en montagne.

Cependant, elle est commune presque partout en France et habite toute l'Europe, l'Afrique du Nord, l'Asie Mineure et la Sibérie; il est possible qu'il s'agisse également d'un représentant de la faune angarienne.

Tetrix bipunctata.

Avec *Tetrix depressa*, c'est l'espèce la plus communément trouvée dans les relevés des Alpes : 6 fois. Ces 6 relevés se répartissent ainsi : 2 en Queyras — sec et chaud —, 3 en Vanoise et 1 près du col du Bonhomme, régions beaucoup plus humides. CHOPARD (1951) l'indique

aussi du lac d'Anterne à 2 000 m, près de Chamonix; malgré le petit nombre de captures de cette espèce, il semble qu'elle se trouve fréquemment dans des régions des Alpes du Nord, d'indice d'aridité élevé, et puisse monter assez haut en altitude. Elle ne se trouve pas dans nos relevés plus haut que 1 600 m, ce qui donne une température moyenne de juillet de 14°; mais la capture du lac d'Anterne, si elle est exacte, indique que *Tetrix bipunctata* pourrait supporter des températures moyennes de juillet inférieures à 10°.

Il semble bien que cette espèce, répandue presque uniquement dans le Nord de la France et qui habite l'Europe centrale et septentrionale, et la Sibérie, soit aussi d'origine angarienne; elle paraît plus thermophile que les autres et serait à rechercher plus systématiquement dans les Alpes où c'est peut-être la seule capable d'atteindre des altitudes élevées.

Tetrix vittata.

Cette espèce est très voisine des deux précédentes; la séparation de ce complexe est particulièrement délicate et les déterminations qui en ont été faites pour cette étude sont sujettes à révision.

Tetrix vittata n'a été trouvé que dans 2 relevés, en Vanoise et près du col du Petit Saint-Bernard, et semble pouvoir supporter une moyenne de température de juillet de 12° (une capture à 1 800 m). La présence de l'espèce dans ces régions assez humides, cette résistance au froid, ne s'opposent pas à son origine probablement balte.

Melanoplus frigidus.

Melanoplus frigidus a été récemment détaché du grand genre *Podisma* pour être rangé dans le genre *Melanoplus*, dont la plupart des représentants sont américains, ou dans le genre *Bohemanella* créé par RAMME spécialement pour cette espèce. Il n'appartient pas au cadre de ces recherches de prendre position pour l'un ou pour l'autre; on choisira le genre *Melanoplus*, préféré par les auteurs français.

C'est un insecte de taille moyenne (17 à 20 mm pour le mâle, 24 à 26 mm pour la femelle) doué d'un dimorphisme sexuel assez prononcé qui permet de distinguer au premier coup d'œil le mâle, beaucoup plus petit que la femelle. C'est cette espèce qui possède les organes du vol les mieux développés des *Podisma* français — et genres voisins —, mais les élytres ne dépassent quand même guère le 3^e tergite abdominal. Le corps est d'une teinte générale brune ou vert foncé avec des taches noires; les tibias postérieurs sont rouges, ce qui permet de reconnaître très facilement cette espèce.

Melanoplus frigidus habite exclusivement la haute montagne; il ne descend pas en France au-dessous de 2 000 m et vit à terre, dans les

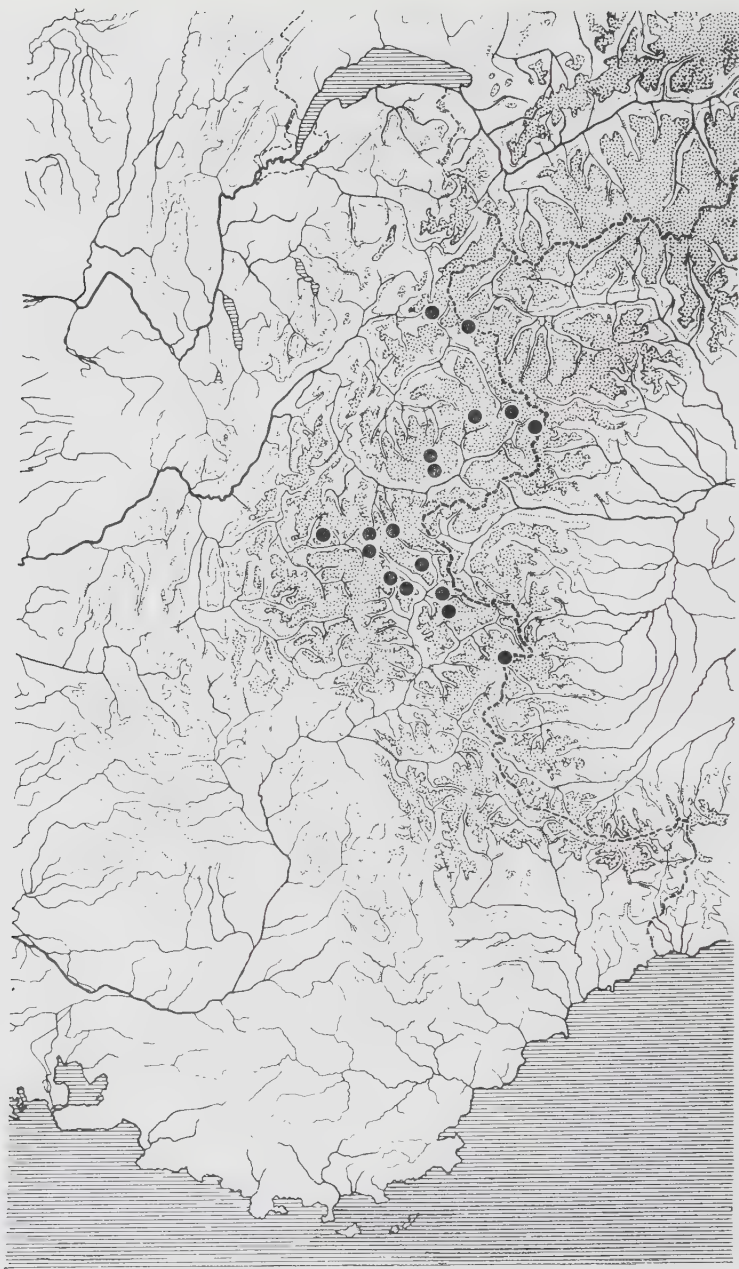


FIG. 80. — Emplacement des relevés contenant *Melanoplus frigidus*.

pelouses froides de la zone alpine qu'il ne quitte jamais. Mais, dans cette localisation très spéciale, il n'est pas rare : il a été trouvé dans 17 relevés sur 300 faits dans les Alpes françaises — soit 6 % environ

— et il en a été ramassé plus de 170 exemplaires — sur 20 000 Orthoptères au total —, soit près de 1 %.

Cette sujétion à la haute montagne écarte *Melanoplus frigidus* de beaucoup de massifs — la majorité de la région subalpine par exemple — dont l'altitude est insuffisante, et il n'habite que la zone interne des Alpes. Il ne descend pas très au Sud et il n'a pas été rencontré dans les Basses-Alpes ni dans les Alpes-Maritimes; chose

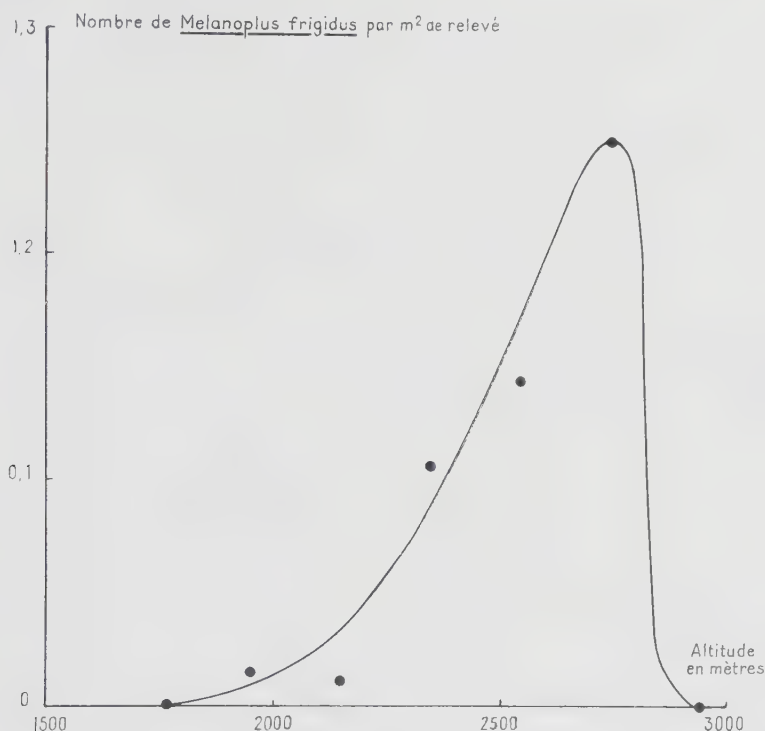


FIG. 81. — Variation de la densité de *Melanoplus frigidus* en fonction de l'altitude; l'optimum de l'espèce est situé très haut, tout près de sa limite supérieure.

plus curieuse, il ne semble pas exister dans le massif du Mont Blanc où de nombreuses recherches n'ont pas permis de le découvrir, et il ne pénètre que sur l'extrême bordure NE du massif du Pelvoux. Par contre, il est fréquent en Vanoise et dans la région briançonnaise (fig. 80).

Melanoplus frigidus est une espèce typiquement boréo-alpine, n'existant pas dans les Pyrénées ni dans les autres massifs montagneux français; mais elle se trouve un peu partout dans l'ensemble du massif alpin, ainsi que dans le Nord du continent eurasiatique — Europe et Sibérie —, dans l'Altaï et pénètre même en Alaska.

Répartition en altitude.

On peut construire la courbe représentant, en fonction de l'altitude, le nombre de *Melanoplus frigidus* par mètre carré de surface explorée (fig. 81); elle est comprise entre 2 000 et 2 700 m d'altitude et croît de façon continue jusqu'à un maximum à partir duquel elle s'annule très brusquement : les populations de *Melanoplus frigidus* ont leur plein développement juste avant d'être arrêtées par l'altitude, c'est-à-dire par le froid; c'est, avec *Aeropedellus variegatus*, beaucoup plus rare, et *Cophopodisma pedemontana*, très localisé, l'espèce qui monte le plus haut.

Influence de l'humidité.

On calculera la proportion de relevés contenant *Melanoplus frigidus* dans chacune des classes de relevés d'indice d'aridité de juillet variant de 10 en 10; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Melanoplus frigidus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Melanoplus frigidus</i>
Entre 10 et 20.....	39	2	0,05
20 et 30.....	117	7	0,06
30 et 40.....	20	1	0,05
40 et 50.....	80	7	0,09
50 et 60.....	39	0	0

Il n'est pas facile de tirer une conclusion nette de ce tableau; on pourrait penser que l'humidité est plutôt favorable à *Melanoplus frigidus* (proportion 0,09, due surtout aux relevés de Vanoise), mais les régions les plus humides en sont tout à fait dépourvues (massif du Mont Blanc, zone subalpine, quoique DE VICHET [d'après CHOPARD, 1951] signale sa présence dans le massif de la Grande-Chartreuse, où pourtant nous ne l'avons pas trouvé) (fig. 82).

Pour avoir des renseignements complémentaires sur ce problème, on tracera les courbes de fréquence en fonction de l'altitude, en séparant les relevés faits dans les régions les plus humides (indice d'aridité de juillet de 40 à 60) de ceux des régions les plus sèches (indice d'aridité de juillet de 10 à 30), c'est-à-dire en faisant dans la courbe de la figure 81 la ségrégation de ce qui est fourni par les régions humides et les régions sèches (fig. 83).

On obtient deux courbes de forme très semblables, avec le même maximum pour 2 600 m d'altitude environ, mais ce maximum est beaucoup plus élevé (0,35 par m² environ) pour les régions humides

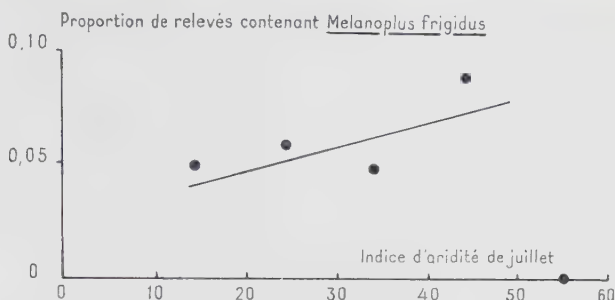


FIG. 82. — Variation de la fréquence de *Melanoplus frigidus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; l'espèce semblerait plutôt *hygrophile*, mais la présence d'un point aberrant ne permet pas de conclure.

que pour les régions sèches (0,05 par m² environ). Avec toutes les incertitudes qu'introduisent d'aussi petits nombres de relevés, on peut cependant tenir pour sûr que *Melanoplus frigidus* est favorisé par

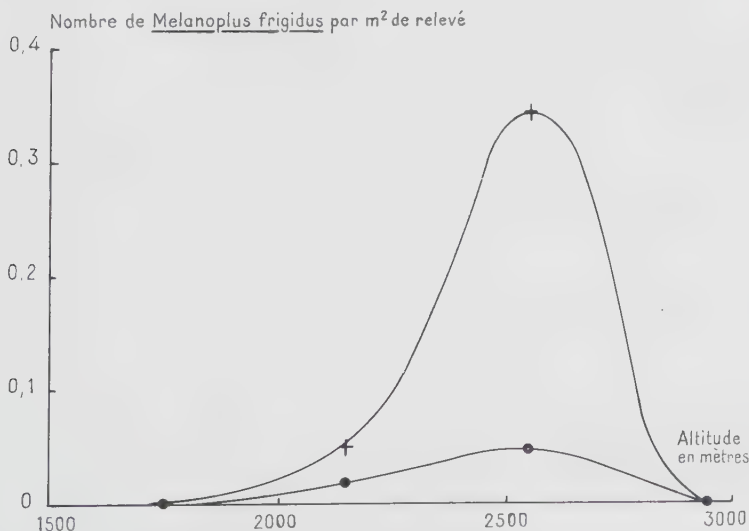


FIG. 83. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Melanoplus frigidus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec). L'*hygrophilie* de l'espèce est confirmée.

un climat humide, quoiqu'il les supporte tous bien; ceci n'a rien d'étonnant, car aux altitudes élevées, les différences d'humidité des climats tendent à s'atténuer.

Influence de la température.

Pour une espèce qui habite uniquement la très haute montagne, il est vain de chercher une répartition en fonction de la température différente des régions ramenée au niveau de la mer. Il est plus intéressant d'en chercher la répartition suivant les températures moyennes vraies de juillet, faciles à calculer pour chaque relevé. On trouve les températures vraies suivantes : 6°5, 7°, 7°5, 7°5, 7°5, 7°5, 7°5, 7°5, 8°, 8°, 8°, 8°5, 8°5, 9°5, 10°5, 11°, 11°5. On peut admettre que cette espèce est très *thermophobe* et très *sténotherme*, car les températures

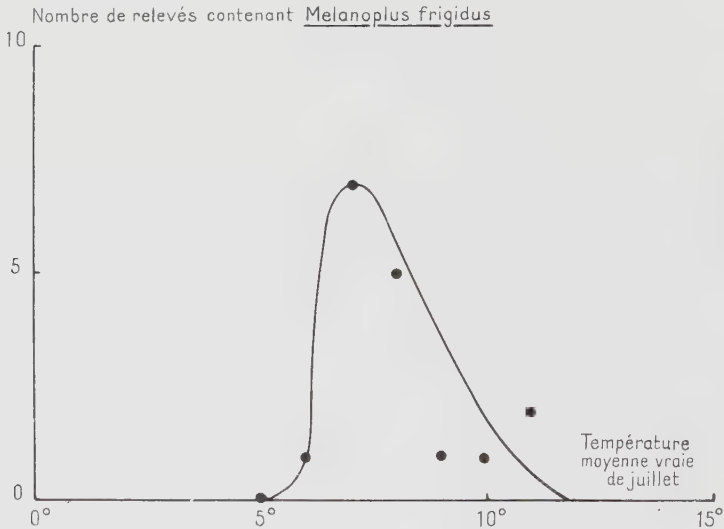


FIG. 84. — En abscisses, température moyenne *vraie* de juillet; en ordonnées, nombre de relevés contenant *Melanoplus frigidus*; limites et optimum approximatifs de l'espèce sont ainsi mis en évidence.

moyennes extrêmes de juillet auxquelles elle peut vivre peuvent être estimées respectivement à 6 et 12°.

Il est à remarquer, que si l'on construit une courbe en portant en abscisses les températures vraies, de degré en degré, et en ordonnées le nombre correspondant de relevés contenant *Melanoplus frigidus*, elle présente une forme analogue à la courbe exprimant la densité de l'espèce en fonction de l'altitude, car elle exprime le même phénomène, mais ici avec plus de pureté : croissance lente avec la baisse de température, puis brusque retombée après le maximum : l'optimum de l'espèce est très proche de sa disparition (fig. 84).

Conclusion.

Le fait essentiel qui domine l'écologie de *Melanoplus frigidus* est sa grande *sténothermie* : il ne supporte que des températures absolues de juillet comprises dans les étroites limites de 6 à 12°, et par conséquent très froides; il ne pourrait donc guère trouver de régions favorables dans le Massif Central, le Jura et les Vosges, où les lieux assez froids forment des surfaces très petites qui peuvent lui être interdites pour d'autres raisons — pas de pelouses par exemple, ou surfaces trop marécageuses.

Il est plus curieux que *Melanoplus frigidus* n'existe pas dans les Pyrénées où il trouverait des conditions d'humidité et de température qui semblent à priori tout à fait favorables. Il semble bien qu'il faille admettre qu'au cours de la période glaciaire, l'espèce ne se soit pas avancée jusque-là vers le Sud, ou plus vraisemblablement qu'elle en a été éliminée par un réchauffement temporaire au cours duquel elle n'a pas trouvé de refuge assez élevé dans les Pyrénées, alors qu'elle en a trouvé dans les Alpes.

Par comparaison avec la température, l'humidité semble jouer dans l'écologie de *Melanoplus frigidus* un rôle secondaire, bien qu'il semble plutôt *hygrophile*; mais cette hygrophilie n'a rien d'absolu et on trouve cet insecte dans des régions des Alpes fort sèches. Par contre, son absence dans toute la région du massif du Mont Blanc, très humide, est difficilement explicable; cette espèce préférerait-elle les conditions d'humidité moyenne? Il faudrait d'autres documents ou d'autres méthodes pour en décider.

Cette espèce, une des plus typiquement *boréo-alpines* qui existe, possède une écologie très spéciale qui la confine à la haute montagne et confirme, ainsi que sa répartition géographique, sa certaine origine angarienne.

Podisma alpina.

Podisma alpina fait partie du grand genre *Podisma*, au sens large du terme, qui donne tant de représentants à la faune des montagnes européennes; il en a été séparé sous le nom de *Miramella alpina*, comme chef de file d'une lignée bien différente de celle de *Podisma pedestris*.

C'est un Orthoptère de taille moyenne (16 à 23 mm pour le mâle, 22 à 31 mm pour la femelle); le dimorphisme sexuel est important. L'espèce est vivement colorée, à dominance verte; on en a distingué plusieurs formes, en se fondant principalement sur la longueur des organes du vol, peu développés chez le type qui existe seul en France, et sur la forme des pièces copulatrices mâles. Les captures faites dans les relevés ont paru trop homogènes pour donner lieu

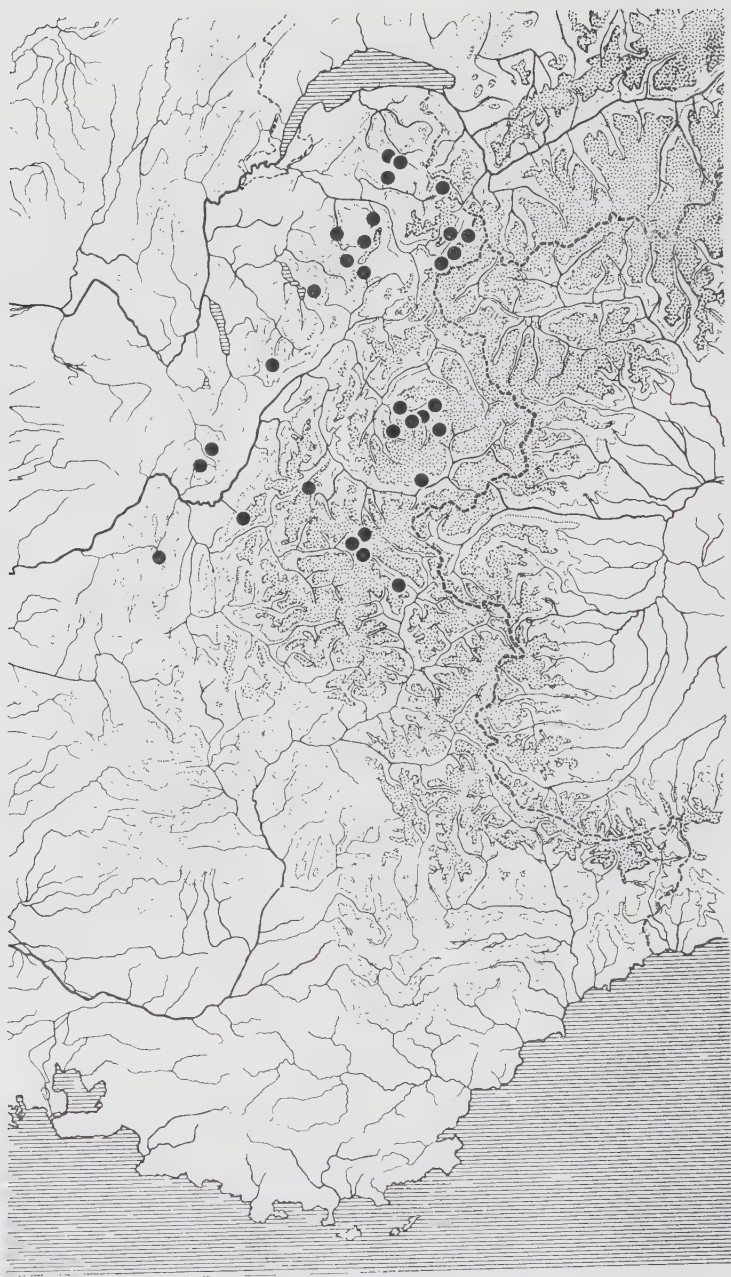


FIG. 85. — Emplacement des relevés contenant *Podisma alpina*, espèce des Alpes du Nord.

à des séparations systématiques valables. GALVAGNI (1954) s'est attaché à ce problème en examinant des échantillons provenant de toutes les Alpes et des Apennins et a pulvérisé cette espèce; d'après

lui, ses représentants français appartiendraient à l'entité systématique *Miramella subalpina* qu'il considère comme spécifique.

Podisma alpina présente, dans les Alpes françaises, une répartition différentielle très nette : il n'existe pas dans la moitié méridionale de la chaîne, s'arrêtant vers l'Est à peu près au col du Lautaret et descendant vers l'Ouest jusque dans le Vercors; il est surtout répandu dans la zone subalpine, du Chablais au Vercors, le massif du Mont Blanc et la Vanoise, pénètre un peu dans le massif des Aiguilles d'Arves et même dans l'extrême bordure septentrionale du massif du Pelvoux (fig. 85). Il a été trouvé dans 25 relevés sur 295, soit environ 8 %; il en a été récolté une centaine d'exemplaires sur 20 000 échantillons, soit environ 0,5 %.

Dans les trois premières régions citées, il est souvent très abondant par places et descend parfois au-dessous de 1 000 m d'altitude, surtout vers le Nord de sa zone de répartition. En dehors des Alpes, il est très commun dans les Vosges et se trouve aussi dans le Jura et certaines régions du Massif Central et des Pyrénées. Il en a été trouvé un exemplaire isolé en Belgique, près de Torgny, à basse altitude (CARPENTIER, 1951), mais il ne se trouve pas en France en dehors des montagnes; il existe sous des formes un peu différentes dont les auteurs italiens font des espèces, sur presque tous les massifs européens, mais ne pénètre pas dans les régions boréales paléarctiques: ce n'est pas un Orthoptère boréo-alpin au sens d'ANDER (1949).

On trouve surtout cette espèce dans les endroits frais et humides, prairies, broussailles — surtout le *Rhodoreto-vaccinietum* des montagnes de sol acide — et même dans les formations boisées ouvertes.

Influence de l'humidité.

Pour l'étudier, les relevés sont classés par indice d'aridité croissant de 10 en 10, et on calcule dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Podisma alpina*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. alpina</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. alpina</i>
Entre 10 et 20.....	38	1	0,02
20 et 30.....	117	4	0,03
30 et 40.....	20	1	0,05
40 et 50.....	80	7	0,08
50 et 60.....	38	12	0,32

Ce tableau montre clairement la préférence de *Podisma alpina* pour les climats humides; sa répartition géographique coïncide avec les régions les plus humides des Alpes françaises en été. La courbe obtenue en portant en abscisses l'indice d'aridité de juillet, en

ordonnées la proportion de relevés contenant l'espèce est très régulière et sa croissance est très rapide lorsqu'on atteint des indices d'aridité élevés (fig. 86).

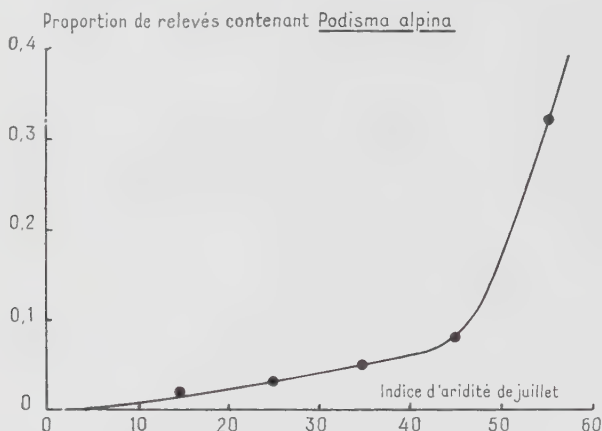


FIG. 86. — Variation de la fréquence de *Podisma alpina* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la croissance régulière et rapide de la courbe indique une espèce très *hygrophile*.

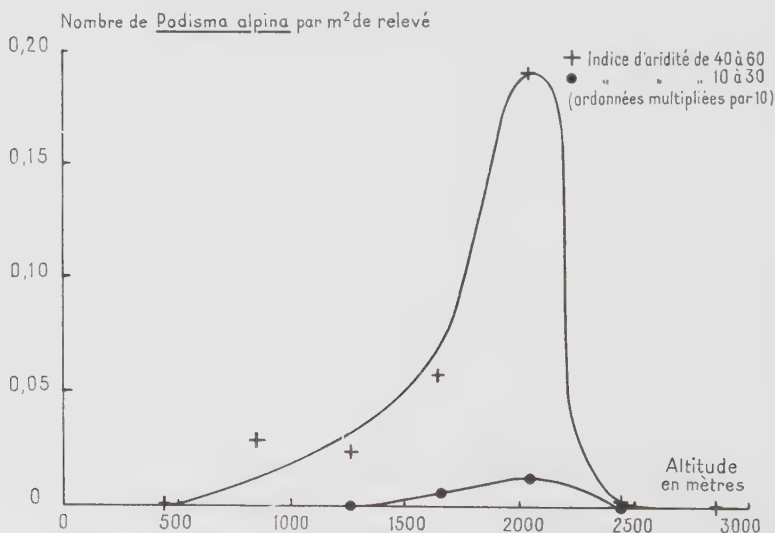


FIG. 87. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Podisma alpina* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec, les ordonnées étant multipliées 10 fois pour cette dernière courbe). Elles confirment la grande *hygrophilie* de l'espèce.

Pour obtenir des renseignements complémentaires, on tracera les courbes exprimant la densité de *Podisma alpina* par mètre carré de relevé, en fonction de l'altitude, en séparant les relevés d'indice

d'aridité compris entre 40 et 60, qui en forment la majorité, et ceux d'indice compris entre 10 et 30, seulement au nombre de 5 (fig. 87).

La seconde de ces courbes, correspondant aux régions sèches, s'écarte fort peu de l'axe des abscisses, et la densité correspondante est presque négligeable; son maximum, vers 2 000 m, montre une densité moyenne peu supérieure à 0,001 par m². La première, au contraire, correspondant aux régions humides où l'espèce est fréquente, en montre l'abondance entre 700 et 2 300 m; le maximum de densité, vers 2 000 m également, est de 0,2 par m²; aux altitudes supérieures, la densité baisse avec une extrême rapidité alors qu'elle décroît lentement lorsqu'on descend. Dans les régions sèches, l'espèce est confinée aux altitudes élevées et n'a pas été capturée au-dessous de 1 700 m, alors que dans les régions humides elle descend facilement au-dessous de 1 000 m. Ce phénomène sera étudié avec plus de précision par la suite.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer entre eux les relevés d'altitude différente, on utilisera les températures moyennes de juillet ramenées au niveau de la mer; les relevés se répartissent en 5 classes dans chacune desquelles on calculera la proportion des relevés contenant *Podisma alpina*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. alpina</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>P. alpina</i>
Entre 20 et 21°.....	39	9	0,23
21 et 22°.....	9	2	0,22
22 et 23°.....	94	9	0,10
23 et 24°.....	129	5	0,04
24 et 25°.....	24	0	0

Ce tableau montre bien que *Podisma alpina* fréquente de préférence les régions les plus froides; la courbe traduisant la proportion de relevés contenant *Podisma alpina* en fonction de la température est fortement décroissante et assez régulière (fig. 88). Mais à cause de la corrélation qui existe dans les Alpes françaises entre l'humidité et la basse température des régions, il est fort possible que ceci soit une nouvelle expression de l'hygrophilie de l'espèce.

On peut obtenir d'autres renseignements en traçant les 3 courbes partielles exprimant les nombres de *Podisma alpina* par mètre carré de surface explorée en fonction de l'altitude, pour les 3 groupes de

relevés faits respectivement pour des températures moyennes de juillet au niveau de la mer entre 20 et 22°, 22 et 23°, 23 et 25° (fig. 89). La dernière est pratiquement négligeable et donne des densités très

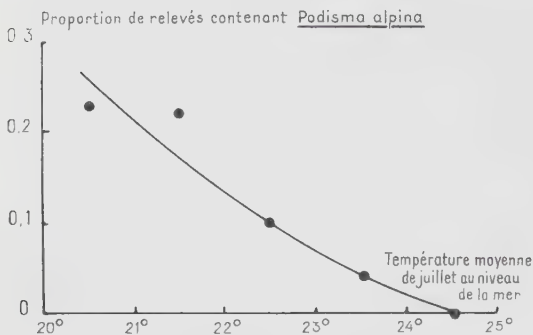


FIG. 88.

Variation de la fréquence de *Podisma alpina* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; les régions froides sont plus fréquentées par l'espèce.

faibles; son maximum, peu net, est voisin de 2 000 m. Les deux autres courbes sont voisines de courbes en cloche; mais, si l'intermédiaire est à peu près symétrique, celle des basses températures tombe vite

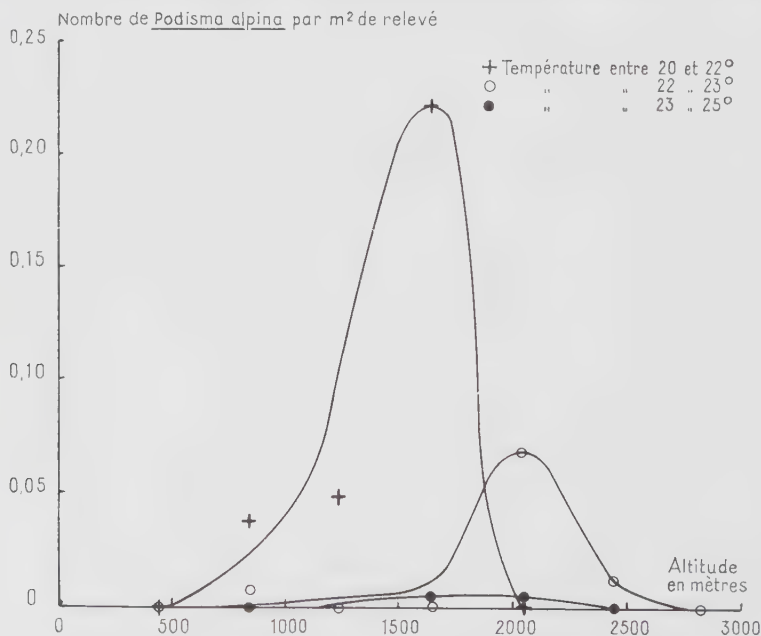


FIG. 89. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Podisma alpina* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, o climat de juillet moyen, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer).

quand on s'élève; leurs maxima sont atteints respectivement pour des altitudes de 2 000 et de 1 700 m, ce qui correspond à une température vraie de 11° environ, la même dans les deux cas. Le maximum

de densité pour *Podisma alpina*, dans les conditions optimales, est de 0,2 par m² de surface explorée dans les régions les plus froides; mais pour la courbe correspondant aux températures de 22 à 23°, la densité maximum tombe au-dessous de 0,1 par m².

L'étude des *températures vraies* correspondant à chaque relevé est très instructive; on peut les calculer facilement, connaissant la position géographique et l'altitude de ceux-ci; ils s'échelonnent de 8°5 à 18°5, cette dernière valeur isolée dans un microclimat très

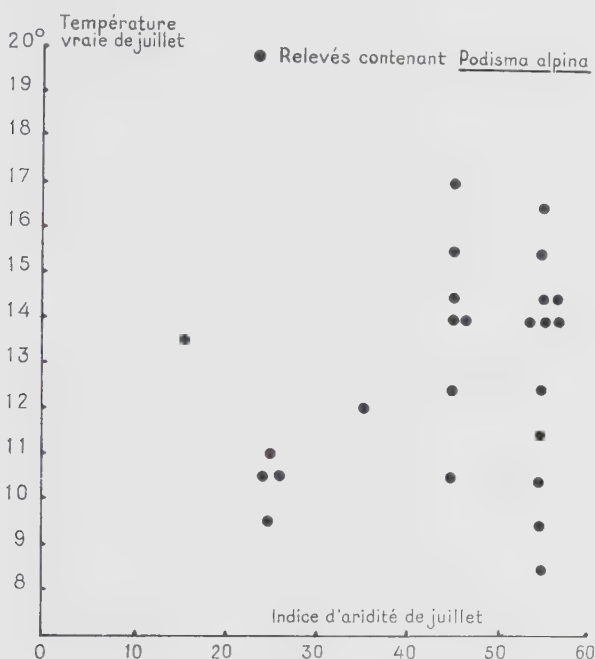


FIG. 90. — Les relevés contenant *Podisma alpina* sont placés sur un diagramme humidité-température vraie; la forme du domaine d'existence de l'espèce n'apparaît pas nettement, surtout à cause du point situé le plus à gauche, dont la température devrait probablement être abaissée. Mais la sténothermie est en tout cas bien plus prononcée en climat sec.

froid; *Podisma alpina* possède donc assez vraisemblablement un intervalle de température supportable compris entre 8 et 18°, et prend place parmi les espèces plutôt *sténothermes*.

On construira un diagramme intéressant en portant en abscisses les indices d'aridité et en ordonnées les températures vraies de juillet (fig. 90), et en plaçant grâce à ces repères les relevés contenant cette espèce, comme on l'a déjà fait pour l'étude de *Tettigonia cantans*; sans qu'on puisse tracer avec autant de précision les limites d'un domaine d'existence de *Podisma alpina*, on voit immédiatement que l'insecte est beaucoup plus sténotherme dans les régions sèches que

dans les régions humides. S'il supporte bien les températures élevées à l'humidité, il ne le peut pas si la sécheresse est trop forte; le phénomène est identique à celui déjà remarqué pour *Tettigonia cantans*, espèce également hygrophile. Ceci explique le fait, déjà mentionné, que *Podisma alpina* descend beaucoup plus bas dans les régions humides que dans les régions sèches.

Exposition.

On constate une nette préférence de *Podisma alpina* pour l'exposition occidentale; sur 25 relevés contenant cette espèce, 2 seulement étaient orientés NE, Est ou SE; il est d'ailleurs fort possible que ce fait soit lié à l'hygrophilie de l'insecte, les versants orientaux étant moins exposés aux vents humides dans le Nord des Alpes.

Résultats écologiques.

Le principal facteur limitant l'expansion de *Podisma alpina* est à coup sûr la sécheresse, mesurée par l'indice d'aridité; la région la plus favorable à cette espèce est celle où l'indice d'aridité de juillet est compris entre 40 et 60; dans les régions d'indice plus bas, sa densité tombe rapidement à un taux extrêmement faible, et l'insecte a d'ailleurs tendance à se réfugier dans des microclimats particuliers, plus humides.

De plus, l'humidité retentit fortement sur la sténothermie de cette espèce; dans les régions sèches, elle ne peut supporter les températures supérieures à 14 ou 15° probablement, alors que dans les régions humides elle supporte une moyenne de température de juillet proche de 18°.

Ces quelques remarques permettent d'expliquer parfaitement la répartition géographique de l'insecte, qui se trouve ainsi confiné à la montagne, et de préférence à la montagne humide. En région sèche, il ne peut supporter les températures élevées et se comporte même comme un habitant strict de la zone alpine. Les Pyrénées, le Jura, les Vosges, suffisamment élevés et humides, peuvent par contre l'abriter; on peut prévoir que dans le Massif Central, dont l'indice d'aridité est compris entre 20 et 40, il ne pourra exister que sur les plus hauts sommets; le Mont Mézenc, où on l'a trouvé, culmine à plus de 1 700 m pour un indice d'aridité un peu supérieur à 30, ce qui est parfaitement en accord avec ces hypothèses. Enfin, une capture en Belgique, dans un lieu un peu élevé avec une température moyenne de juillet de l'ordre de 16° pour un indice d'aridité assez élevé, supérieur à 30, s'explique tout à fait; cependant, *Podisma alpina* doit atteindre là l'extrême limite de sa plasticité écologique.

Conclusion.

L'étude de cette espèce s'est révélée intéressante à plus d'un titre, car ses caractères écologiques, bien tranchés, ont permis d'expliquer d'une façon tout à fait satisfaisante les moindres détails de sa répartition géographique : très *hygrophile*, assez *thermophobe*, *Podisma alpina* est d'autant plus *sténotherme* que le climat est plus sec, se trouvant alors dans des conditions défavorables qui restreignent probablement son adaptation à la température, tout comme pour *Tettigonia cantans* avec lequel on ne peut s'empêcher de faire le rapprochement; l'écologie de ces deux espèces systématiquement très différentes se ressemble beaucoup et entraîne des répartitions géographiques très voisines.

Son écologie est tout à fait celle d'une espèce angarienne, et il est fort possible que son origine soit effectivement telle. On ne sait toutefois si c'est bien *Podisma alpina* qui, comme le rapporte FRUHSTORFER (1921), existe sous sa forme macroptère en Sibérie, ou s'il s'agit d'une espèce différente. Toutefois, l'existence même de cette espèce, proche parente de *Podisma alpina*, milite en faveur d'une origine angarienne, peut-être lointaine, mais probable, de cette dernière. Il existerait ainsi un vaste complexe de formes voisines, spécifiques ou non, que FRUHSTORFER pensait déjà d'existence plus ancienne que les autres *Podisma*, et dont la différenciation serait plus avancée. A propos du peuplement des Apennins, LA GRECA (1951) a développé plus complètement des idées analogues dont l'intérêt n'est pas douteux et qui montrent à quel point ce matériel pourrait être précieux aussi bien dans l'étude de la spéciation que dans celle des variations climatologiques du quaternaire.

Podisma pedestris.

Podisma pedestris appartient au grand genre *Podisma* maintenant démembré en plusieurs autres; c'est maintenant, avec *Podisma alpina* — d'ailleurs souvent placé dans le genre *Miramella* —, le seul représentant français du genre *Podisma sensu stricto*.

C'est un Acridien de taille moyenne (15 à 22 mm pour le mâle, 22 à 30 mm pour la femelle), d'un brun roux ou verdâtre, varié de jaune; on le distingue aisément de *Podisma alpina* grâce à ses tibias postérieurs bleu foncé vif, les épines blanches avec l'apex noir. Les élytres sont très courts chez les deux sexes, ne dépassant pas 5 mm. Il en existe des formes aptères, ou au contraire macroptères, qui n'ont jamais été rencontrées dans nos relevés des Alpes; on trouve aussi diverses variétés fondées surtout sur la longueur des élytres et dont il n'a pas été tenu compte dans cette étude.

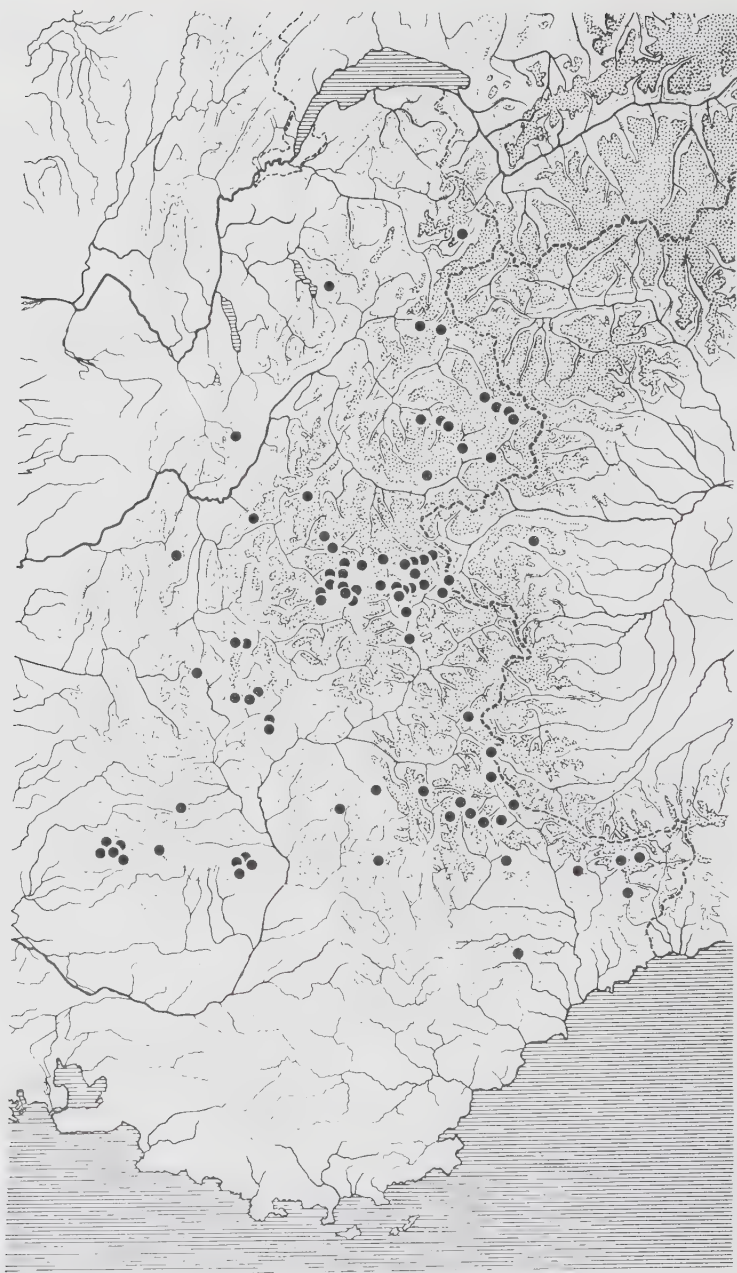


FIG. 91. — Emplacement des relevés contenant *Podisma pedestris*; on remarquera sa fréquence bien moindre dans les Alpes du Nord.

Podisma pedestris est répandu dans toutes les Alpes françaises sauf peut-être le Chablais (fig. 91). C'est une espèce très courante, bien que vivant surtout à une altitude élevée : elle a été trouvée dans

80 relevés sur 300 environ, soit à peu près 27 %. Elle est abondante, car sur 20 000 Orthoptères récoltés dans les Alpes françaises, 525 étaient des *Podisma pedestris*, soit 2,6 %.

En dehors des Alpes françaises, cette espèce existe dans les Vosges, le Sud du Massif Central (Mont Lozère), les Pyrénées sur les deux versants, les montagnes d'Espagne. Sa répartition est très vaste dans l'arc alpin, mais on ne le trouve pas en plaine dans l'Europe centrale et méridionale. Au contraire, c'est un Orthoptère fréquent dans l'extrême Nord de l'Europe et en Sibérie, ce qui en fait une espèce typiquement boréo-alpine.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes dont l'indice d'aridité varie de 10 en 10 pour le mois de juillet, on calcule dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Podisma pedestris*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Podisma pedestris</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Podisma pedestris</i>
Entre 10 et 20.....	39	22	0,56
20 et 30.....	117	38	0,32
30 et 40.....	20	3	0,15
40 et 50.....	80	13	0,16
50 et 60.....	39	4	0,10

Ce tableau montre *Podisma pedestris* comme une espèce nettement *xérophile*; cette xérophilie n'est d'ailleurs pas absolue et cet Orthoptère peut s'accommoder de climats humides; il y est seulement beaucoup moins fréquent; par contre, il est très commun dans les Alpes méridionales sèches. La courbe obtenue en portant graphiquement les résultats de ce tableau est bien continue; les nombres importants de relevés mis en jeu garantissent une grande sécurité à ces résultats (fig. 92).

Ils permettent également de tracer des courbes différentielles exprimant en fonction de l'altitude le nombre moyen de *Podisma pedestris* par mètre carré de relevé, en séparant, d'une part les régions les plus sèches (indice d'aridité de 10 à 30), et d'autre part les régions les plus humides (indice d'aridité de 40 à 60) (fig. 93). La première est une courbe approximativement en cloche, symétrique, s'étendant de 800 à 2 700 m d'altitude; son maximum, vers 1 800 m, est environ 0,13 par m²; la seconde s'étend seulement de 1 300 à 2 500 m et elle est fortement dissymétrique, s'abaissant rapidement vers les alti-

tudes élevées; son maximum, situé vers 2 100 m, atteint 0,17 par m².

On voit donc tout de suite que l'humidité réduit fortement l'extension en altitude de *Podisma pedestris*, surtout vers le bas; si le

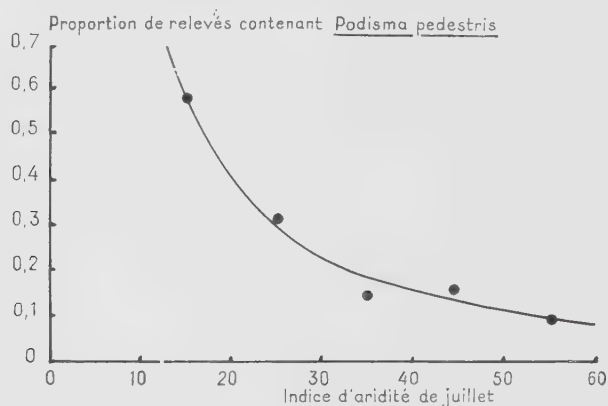


FIG. 92. — Variation de la fréquence de *Podisma pedestris* en fonction de l'indice d'aridité de juillet. La décroissance rapide et régulière de la courbe indique une espèce *xérophile*.

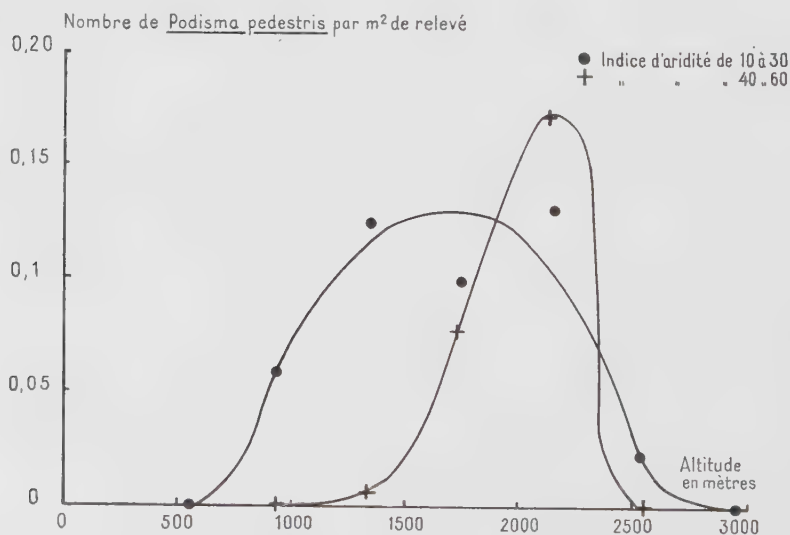


FIG. 93. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Podisma pedestris* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec).

maximum est alors légèrement supérieur à celui des régions sèches, l'aire entourée par la courbe et l'axe des altitudes est cependant bien moindre.

Influence de la température.

On examinera tout d'abord la répartition des relevés parmi les 5 classes définies par la température moyenne de juillet au niveau de la mer; on calculera pour chacune la proportion de relevés contenant *Podisma pedestris*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Podisma pedestris</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Podisma pedestris</i>
Entre 20 et 21°.....	39	2	0,05
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	23	0,24
23 et 24°.....	129	43	0,33
24 et 25°.....	24	11	0,46

Les points obtenus s'alignent très régulièrement (fig. 94); *Podisma pedestris* fréquente de préférence les régions les plus chaudes des Alpes; mais ceci est surtout dû à sa xérophilie, car on ne peut guère qualifier de thermophile un insecte de haute montagne; la sécheresse, étroitement liée aux régions chaudes des Alpes, est probablement la

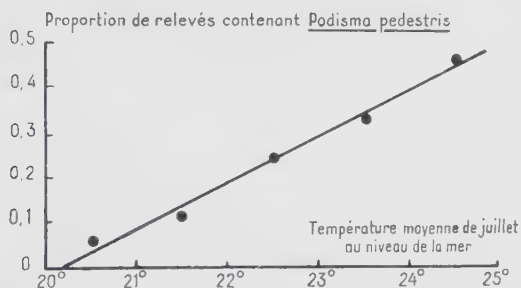


FIG. 94. — Variation de la fréquence de *Podisma pedestris* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer. L'espèce préfère les climats chauds, mais c'est très probablement à cause de leur sécheresse.

qualité recherchée la plus importante. La très grande rareté de l'espèce dans les régions froides rend d'autre part inutile d'essayer de construire des courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude.

Beaucoup plus instructive est l'étude des températures vraies des relevés, facilement calculées; elles s'étagent entre 8 et 18°. Cette dernière valeur et les voisines sont surprenantes; on peut s'étonner de ne pas voir *Podisma pedestris* en Bretagne, par exemple, où l'indice d'aridité est inférieur à 30 et où la température moyenne de juillet

ne dépasse pas 17°. En fait, on constate que les 3 relevés accusant une température supérieure à 16° proviennent tous de la même région au climat certainement très aberrant : le versant nord de la montagne de Lure, où les pentes abruptes réduisent l'ensoleillement et certainement les moyennes de température de l'été dans des proportions qu'on ne peut évaluer, mais qui sont attestées par l'aspect de la végétation bien plus septentrional que les garrigues voisines. Ces moyennes plus basses aident certainement l'insecte à descendre — très sporadiquement d'ailleurs et toujours en très petite quantité — à des altitudes inférieures à 900 m qu'on ne peut guère expliquer que de cette façon sous un climat aussi chaud. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que si, à proximité de vastes réservoirs d'une espèce de ce genre comme une montagne élevée, il lui est possible de descendre à la faveur de circonstances particulières (ombre, boisement, etc.) tout comme les plantes alpines descendent parfois très bas le long des torrents, elle ne pourrait subsister sur un territoire *isolé* dans les mêmes conditions climatiques; son existence précaire serait menacée par des étés exceptionnels et l'absence de réservoir soumis à de meilleures conditions en empêcherait le repeuplement. Ce versant septentrional de la montagne de Lure est un point singulier de répartition pour plusieurs autres espèces — *Anonconotus alpinus* par exemple — et il serait plus sage de n'en tenir compte qu'après une étude plus approfondie des conditions climatiques qui y règnent, certainement assez différentes des régions voisines. Il est en fait assez raisonnable d'estimer entre 8 et 16° la zone de température qui convient à *Podisma pedestris*; celui-ci est donc assez fortement *sténotherme*, comme la plupart des espèces de haute montagne.

Interaction humidité-température.

On a déjà constaté l'extension beaucoup plus forte en altitude de *Podisma pedestris* dans les régions sèches que dans les régions humides, ce qui fait soupçonner une extension corrélative plus forte dans l'échelle des moyennes de températures.

On portera donc tous les relevés contenant cette espèce sur un graphique où les abscisses représentent les indices d'aridité de juillet et les ordonnées les températures moyennes vraies de juillet (fig. 95). On constate que, vers les températures élevées, la zone des relevés contenant *Podisma pedestris* est limitée par une ligne très oblique : pour un indice d'aridité entre 50 et 60, l'espèce n'existe qu'entre 8 et 11°; entre 40 et 50 : 8 et 14°, etc. Donc, dans les régions très humides, défavorables à *Podisma pedestris* qui est, rappelons-le, assez *xérophile*, celui-ci ne peut supporter de trop fortes chaleurs et doit se cantonner à des altitudes élevées. Au contraire, dans des régions sèches où l'espèce se trouve très à l'aise, sa résistance à la chaleur est bien plus élevée et il supporte une température de 16° au moins

(moyenne de juillet), même si l'on ne tient pas compte des relevés de la montagne de Lure pour lesquels les températures de 17 et 18° sont peut-être exagérées. *Podisma pedestris* est donc beaucoup plus *sténotherme* en climat humide qu'en climat sec.

Précisons d'ailleurs que cet effet ne semble jouer que pour les limites supérieures de température et n'apparaît nullement pour les limites inférieures. Le phénomène est exactement le même que celui

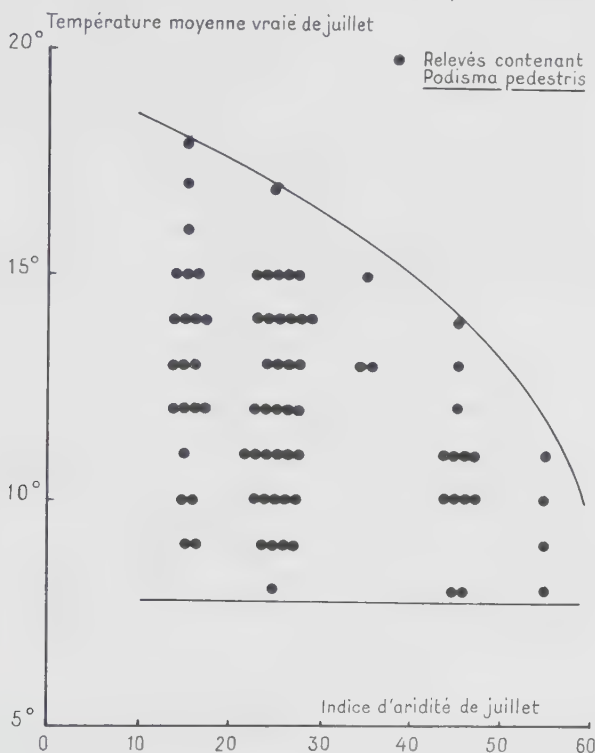


FIG. 95. — Les relevés contenant *Podisma pedestris* ont été placés sur un diagramme humidité-température vraie; le domaine d'existence de l'espèce est ainsi défini; on voit que la sténothermie est beaucoup plus prononcée en climat humide.

qui avait déjà été constaté sur *Anonconotus alpinus*, et inverse de celui qui se présente chez des hygrophiles comme *Tettigonia cantans* et *Podisma alpina*.

Conclusion.

Cette espèce de haute montagne est naturellement *sténotherme*, mais on a pu voir que cette sténothermie variait avec l'humidité, résultat intéressant. Ses exigences la limitent aux montagnes dans nos contrées, et son terrain d'élection est sans contredit les Alpes sèches du Sud; cependant, elle fréquente les Alpes du Nord, mais y est plus rare,

surtout dans la zone subalpine, la plus humide. Elle habite les Pyrénées, ce qui est naturel, mais elle est certainement beaucoup plus répandue sur son versant méridional et dans les montagnes espagnoles que sur le flanc nord, assez humide (indice d'aridité de juillet de 30 à 40). Il est surprenant de ne pas la trouver plus largement répandue dans le Massif Central, qui possède des régions suffisamment froides; il est fort possible que l'humidité assez forte (indice d'aridité de 30 à 40) soit là en cause, et ce n'est certainement pas un hasard si le seul point où elle y soit signalée est le Mont Lozère, situé dans une zone plus sèche — et par ailleurs suffisamment élevée. Des investigations plus poussées permettraient peut-être d'en trouver d'autres stations.

Comme presque toutes les espèces à distribution boréo-alpine, *Podisma pedestris* est manifestement d'origine angarienne : sa sténothermie thermophobe est une des causes de cette distribution, mais ce n'est pas la seule. Sa xérophilie, relative il est vrai, la distingue toutefois nettement de la plupart des espèces angariennes.

Cophopodisma pedemontana.

Cophopodisma pedemontana est un représentant du super-genre *Podisma* représenté en France par 5 espèces. *Cophopodisma* est caractérisé par l'absence totale des organes de vol; on y trouve aussi l'espèce *pyrenæa* spéciale aux Pyrénées. *C. pedemontana* est de taille moyenne (15 à 16 mm pour les mâles, 21 mm pour les femelles), d'une teinte verte plus ou moins foncée; les tibias postérieurs sont rougeâtres.

C'est une espèce piémontaise dont la localisation dans les Alpes françaises est très étroite, moins toutefois qu'on ne le pensait jusqu'à maintenant. Elle n'a été trouvée que dans 5 relevés sur 300 (moins de 2 %) et il n'en a été récolté que 31 spécimens sur un total de 20 000 Orthoptères, soit environ 0,15 %. Jamais très abondant là où il existe — de l'ordre de 1 pour 10 m² —, il n'avait été trouvé autrefois que sur le plateau de Gondran près de Briançon et, à quelques kilomètres de là, au col de l'Izoard — et à la Plane, près de Montgenèvre, où nous ne l'avons pas retrouvé et qui ne nous paraît pas d'ailleurs favorable à cette espèce à l'heure actuelle; cette dernière localité n'est du reste qu'à quelques kilomètres de la première.

Des recherches approfondies ont permis de le découvrir également un peu plus au Nord, sur le versant septentrional du col du Galibier, et au col des Rochilles, à peu de distance; et bien plus au Sud, près de la chapelle de Clouzis, au-dessus de Saint-Véran. Au total, son aire ainsi définie est une mince bande orientée NW-SE, de 70 km de longueur environ et ne s'écartant pas de plus de 20 km de la frontière italienne (fig. 96). D'autres recherches permettraient peut-

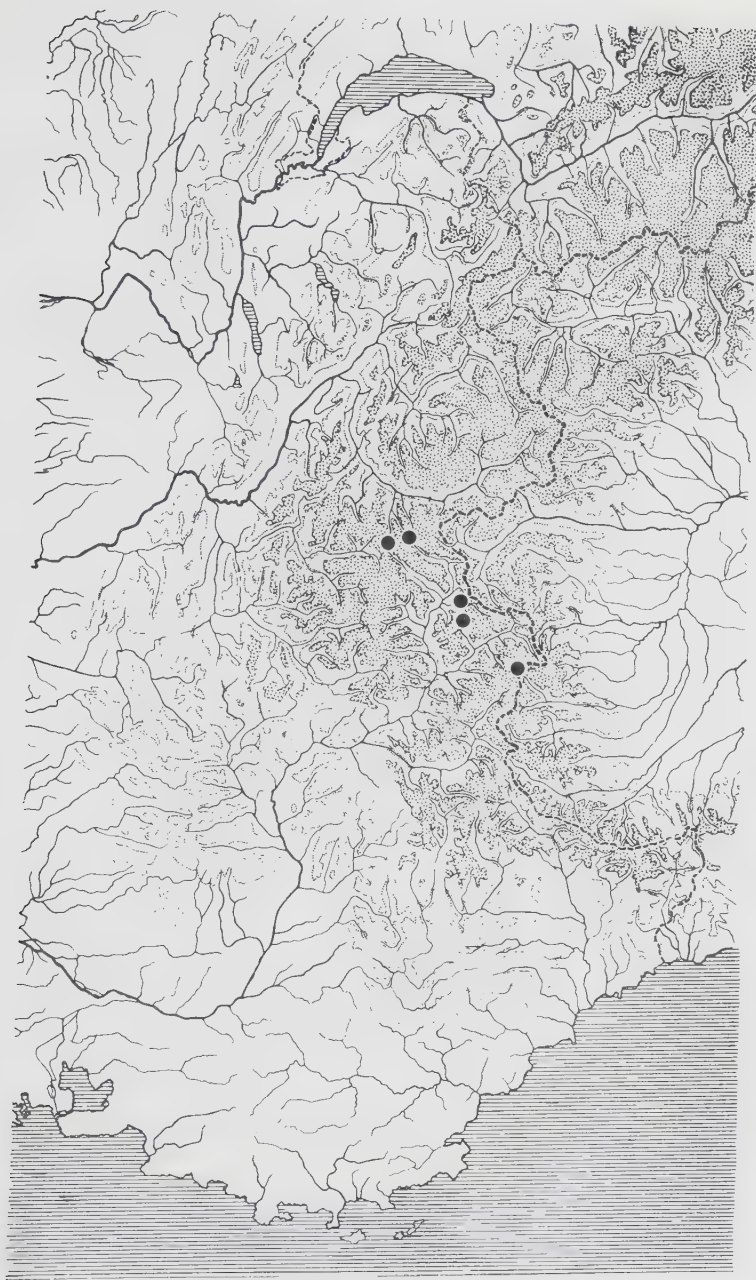


FIG. 96. — Emplacement des relevés contenant *Cophopodisma pedemontana*;
on remarquera sa localisation très étroite.

être de découvrir cette espèce dans une zone un peu plus étendue.

Cophopodisma pedemontana est avant tout une espèce de très haute montagne, jamais trouvée au-dessous de 2 200 m d'altitude. C'est une

de celles qui montent le plus haut, concurremment avec *Melanoplus frigidus* et *Aeropedellus variegatus*, bien plus encore qu'*Aeropus sibiricus*.

Malgré le très petit nombre de stations où elle a été trouvée, nous allons essayer de dégager, dans la mesure du possible, les traits essentiels de son écologie.

Action de l'humidité.

Les 5 relevés où a été ramassé *Cophopodisma pedemontana* ont été faits dans des régions très voisines, de climat analogue; pour 4, l'indice d'aridité se situait entre 20 et 30, pour 1, entre 10 et 20. Il semble donc que l'espèce affectionne les milieux secs, et qu'on n'aurait aucune chance de la découvrir dans les Alpes du Nord par exemple.

Cophopodisma pyrenæa semble manifester des préférences analogues, mais bien moins marquées; elle existe dans des régions d'indice d'aridité compris entre 30 et 40.

Action de la température.

Il est aisé, d'après la région où ont été faits les relevés le contenant et leur altitude, de calculer approximativement la température moyenne de juillet qui y règne. Il a été trouvé : 10°5, 7°5, 9°5, 7°5, 7°5. Il s'agit donc d'un insecte très thermophile, sténotherme et inféodé aux altitudes très élevées, vivant entre 7 et 11° probablement.

Avec un nombre de relevés aussi faible, il est évidemment assez illusoire de tracer une courbe de densité en fonction de l'altitude, mais l'examen de sa valeur pour les 5 relevés : 2 200 m, 2 450 m, 2 350 m, 2 500 m, 2 500 m, montre que son maximum doit être vers 2 400-2 500 m, correspondant à un optimum de 8°, et qu'elle doit être très aiguë, ramassée sur un intervalle de 400 m d'altitude en tout.

Conclusion.

Cette espèce — une des grandes raretés de la faune orthoptérique française — présente une écologie très tranchée et très spéciale, tout autant qu'on en puisse juger grâce au peu de renseignements dont on dispose.

Plutôt *xérophile*, son originalité la plus grande est une *sténothermie* extrêmement prononcée, dans le domaine des basses températures. Sa *thermophilie* exceptionnelle la confine aux régions les plus élevées des hautes montagnes.

Son aire de répartition est très petite en France, et pas beaucoup plus importante au Piémont, d'où elle semble être originaire; on ne

la trouve nulle part ailleurs et il semble que *Cophopodisma pyrenæa* n'en soit rapprochée que grâce à des caractères de convergence.

Malgré ses exigences très étroites, les régions où se trouvent réunies dans les Alpes françaises les conditions qui lui sont favorables sont beaucoup plus grandes que celles qu'elle occupe effectivement, et il semble qu'on pourrait la trouver de la Maurienne au Mercantour. Pour expliquer cette aire très étroite, dans des conditions où l'espèce n'est soumise qu'à une concurrence très faible, il est nécessaire de faire appel à des facteurs historiques et de penser qu'il s'agit là d'une espèce relique, n'existant plus que dans un petit refuge actuel. On trouvera dans LA GRECA (1951, 1954) des considérations plus complètes sur l'origine des différentes espèces de *Cophopodisma* étudiées par l'auteur, surtout dans la chaîne des Apennins; il voit dans leur endémisme très prononcé, leurs aires de répartition très restreintes et leur forte tendance à la spéciation l'indice d'une origine périglaciaire.

Calliptamus italicus.

Calliptamus italicus fait partie d'un groupe d'espèces appartenant au genre *Calliptamus* : *C. ictericus*, *C. barbarus*, *C. wattenwylanus* dont les caractères distinctifs ont été étudiés par GRASSÉ et HOLLANDE (1944). La distinction de ces différentes espèces entre elles est fort délicate et on peut d'ailleurs douter de leur caractère réellement spécifique; les deux dernières ont une répartition essentiellement méditerranéenne et ne pénètrent certainement pas dans le domaine alpin; seule *Calliptamus ictericus* ssp. *chopardi* semble présenter une répartition qui pourrait l'amener dans les Alpes. Il nous a paru très difficile de distinguer clairement cette forme de *C. italicus*, sans le secours de mensurations précises et délicates; aussi réunira-t-on tous les *Calliptamus* étudiés dans l'espèce *C. italicus*, quitte plus tard, dans un autre travail, à étudier plus en détail la répartition de ces deux espèces dans les Alpes françaises, si elles s'y trouvent ensemble.

Calliptamus italicus est un Acridien de taille moyenne (19 à 20 mm pour le mâle, 26 à 29 mm pour la femelle); la teinte est gris-brun, avec des taches plus foncées; les organes du vol sont bien développés; le mâle se reconnaît immédiatement grâce à sa petite taille et à son dernier segment abdominal très renflé.

Cet insecte n'est pas très fréquent dans les Alpes françaises, surtout en altitude; il a été trouvé dans 33 relevés, soit environ 11 %, et il en a été récolté 233 sur 20 000 Orthoptères, soit à peu près 1,2 %.

Calliptamus italicus se trouve surtout dans les Alpes du Sud; il remonte cependant en Vanoise, principalement en Maurienne, dans la région des Aiguilles d'Arves et le massif du Pelvoux, ainsi que sur la bordure du Vercors, à faible altitude; mais il n'a pas été trouvé dans la zone subalpine ni dans la région du Mont Blanc (fig. 97). Il se rencontre dans presque toute la France, sauf peut-être l'extrême

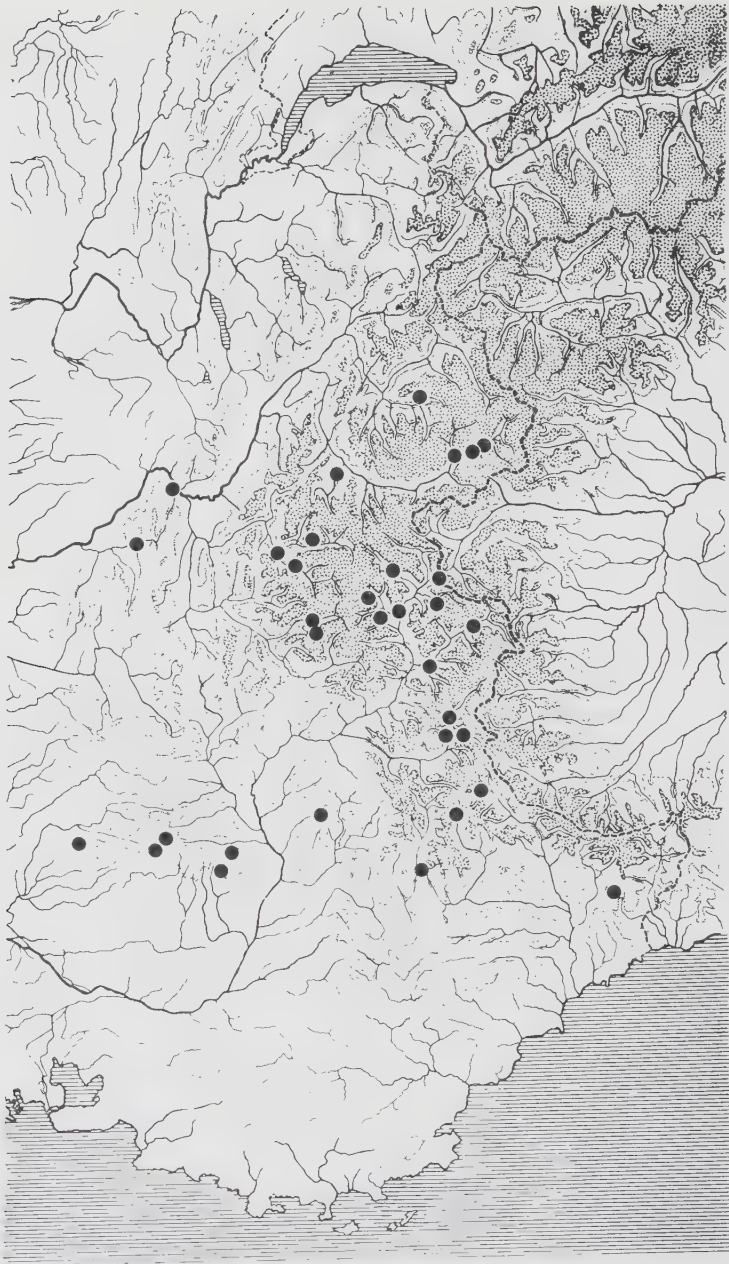


FIG. 97. — Emplacement des relevés contenant *Calliptamus italicus* ; on remarquera son absence dans le massif du Mont Blanc et dans les chaînes subalpines.

Nord, l'Europe centrale et méridionale et tous les pays méditerranéens ; son aire de répartition s'étend jusqu'en Asie si on le confond avec *C. ictericus*.

Répartition en altitude.

Si l'on étudie en fonction de l'altitude la densité de *Calliptamus italicus* par mètre carré de relevé, on la trouve à peu près constante, voisine de 0,1 jusque vers 1 600 m; la chute est alors très brutale et la densité tombe pratiquement à zéro (fig. 98).

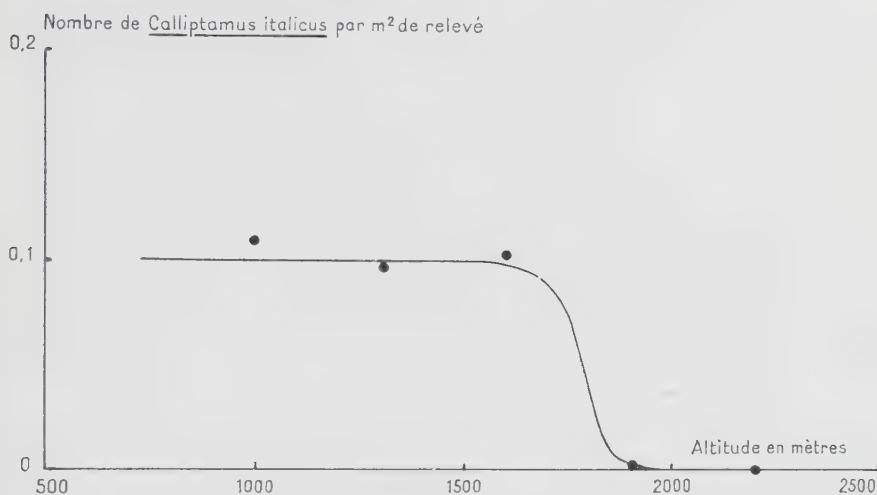


FIG. 98. — Variation de la densité de *Calliptamus italicus* en fonction de l'altitude, dans l'ensemble des Alpes françaises; cette espèce de plaine peut s'élever assez haut en montagne.

Il s'agit donc d'une espèce habitant normalement la plaine et ne pouvant pas dépasser une altitude moyenne; ceci indique déjà un caractère plutôt *thermophile*.

Influence de l'humidité.

On étudiera cette influence en cherchant la proportion de relevés contenant *Calliptamus italicus* dans chaque classe de relevés, ceux-ci étant répartis suivant les indices d'aridité de juillet croissant de 10 en 10; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>C. italicus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>C. italicus</i>
Entre 10 et 20.....	39	11	0,28
20 et 30.....	117	16	0,14
30 et 40.....	20	4	0,20
40 et 50.....	80	2	0,02
50 et 60.....	39	0	0

On voit immédiatement que *Calliptamus italicus*, nettement *xérophile*, présente une forte attraction pour les régions les plus sèches des Alpes et ne se trouve pratiquement pas dans les régions humides. Les deux seuls relevés de ces dernières proviennent du Vercors et de la Vanoise, à des altitudes faibles (300 m et 1 100 m), des orientations SW et SE et ne donnent qu'un faible pourcentage de cette espèce (6 et 5 %).

On ne peut évidemment construire de courbes différentielles (pour les relevés de régions sèches et humides) exprimant la densité en fonction de l'altitude, car on voit que celle des régions humides s'arrêterait presque à 1 000 m et n'exprimerait qu'une densité négligeable.

Influence de la température.

Pour étudier ce facteur, on ne peut guère utiliser dans ce cas particulier les températures ramenées au niveau de la mer, car la répartition des relevés en altitude est très différente suivant les différentes classes de températures; cette circonstance, sans importance lorsqu'on étudie une espèce de très large répartition altitudinale, fausserait les conclusions pour une espèce qui, comme *Calliptamus italicus*, ne monte guère au-dessus de 1 500 m. Il n'est pas sans intérêt cependant de constater que 2 relevés seulement (en bordure du Vercors, à 600 et 300 m d'altitude, avec les faibles pourcentages de 2 et 6 % de *Calliptamus italicus*) se trouvent dans les régions les plus froides des Alpes (température de juillet au niveau de la mer entre 20 et 22° de moyenne). Il est donc inutile également de tracer les courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude, car celle des régions froides serait presque inexistante et celle des régions chaudes se ramènerait à la courbe globale déjà étudiée.

Si l'on calcule pour chaque relevé la température moyenne vraie de juillet, on trouve une série de valeurs comprises entre 12°5 et 18°5. Cette dernière valeur n'est évidemment pas une limite supérieure de température pour *Calliptamus italicus* qui se rencontre sur toute la Méditerranée; on ne peut même probablement pas mettre en évidence cette limite en France; il s'agit sûrement d'une espèce très *thermophile*. Par contre, 12° est sûrement une limite inférieure, empêchant cette espèce de monter plus haut en altitude.

Autres facteurs.

En plus de l'humidité et de la température, il existe plusieurs autres facteurs plus difficiles à évaluer, mais qui se résument plus ou moins dans le fait que *Calliptamus italicus* est doué d'un *phototactisme positif* très prononcé, faisant partie de ce qui a été nommé un peu improprement dans la première partie le « complexe thermophile ».

Cette espèce, ainsi que plusieurs autres dont il sera question plus loin, recherche la grande lumière, l'exposition au Sud (sur 33 relevés

la contenant, 21 étaient exposés au Sud, au SE ou au SW), les sols calcaires, clairs et inclinés dont la température est certainement bien plus élevée que celle de l'environnement, ou réfléchit plus de lumière. Comme il s'agit d'un insecte assez mobile, quoique moins que les *Ædipoda*, et pouvant ainsi facilement rechercher les milieux qui lui conviennent le plus, on conçoit que le microclimat aura pour lui une assez grande importance, masquant quelque peu peut-être l'action du climat de la région, tout comme pour *Mecostethus grossus*, par exemple, dans un genre bien différent.

Conclusion.

La *xérophilie* très prononcée de cette espèce explique fort bien sa répartition, qui s'étend à une grande partie de la France et plus généralement à l'Europe méridionale et à la région circum-méditerranéenne.

C'est aussi à coup sûr une espèce *thermophile*, mais on s'aperçoit facilement que des facteurs thermiques différents limitent son expansion en altitude — limite inférieure 12° — et géographiquement vers le Nord où il s'arrête à peu près en France à une moyenne de juillet de 17°. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette différence.

Tout d'abord, l'influence d'un microclimat particulièrement chaud, très localisé, peut aider grandement *Calliptamus italicus* à franchir en altitude quelques centaines de mètres qui ne représentent souvent en montagne qu'une distance de quelques kilomètres, chose possible en quelques étés particulièrement chauds pour un insecte assez mobile. Il est aussi fort possible que cette espèce réclame non une *moyenne* de température, mais un certain nombre d'*heures d'insolation de forte intensité*, plus facilement obtenues en altitude qu'en plaine par suite de la diminution de la couche d'air. Enfin, le fait que parmi les *Calliptamus italicus* recueillis se trouvent peut-être plusieurs races ou même espèces d'exigences écologiques différentes est aussi à considérer, bien qu'aucune ne soit signalée au Nord de la France. Une combinaison de ces différentes causes peut d'ailleurs intervenir pour expliquer cette anomalie.

Quoi qu'il en soit, la *xérophilie* et la *thermophilie* de *Calliptamus italicus* sont probablement l'indice d'une origine méditerranéenne, avec une colonisation par la suite des montagnes voisines, les plus favorables, jusqu'à une altitude moyenne.

Psophus stridulus.

Psophus stridulus est un Acridien appartenant au groupe des *Ædipodinæ*; c'est la seule espèce du genre, assez isolé des voisins. On le reconnaît facilement à la forte carène longitudinale du pronotum, qui n'est interrompue par aucun sillon, sa couleur toujours

foncée, souvent noirâtre, ses ailes rouge brique portant une grande tache noire apicale.

C'est une espèce de grande taille (23 à 25 mm pour le mâle, 30 à 40 mm pour la femelle) dont le dimorphisme sexuel est très prononcé. Si la femelle, plus grosse, n'a que des élytres et des ailes assez courts, n'atteignant pas l'extrémité de l'abdomen, et qui lui interdisent le vol, le mâle, plus léger, a des organes de vol très développés et s'en sert avec une grande perfection, parcourant souvent plusieurs dizaines de mètres en un seul essor, avec un bruit strident, très intense et très caractéristique, qui a valu son nom à l'espèce.

Il existe dans toutes les régions des Alpes, du Chablais aux Alpes-Maritimes, mais sans être jamais abondant (fig. 99). Sur 300 relevés faits dans les Alpes françaises, 68 contenaient des *Psophus stridulus*, soit à peu près 23 %; cependant, sur 20 000 Orthoptères environ recueillis, 262 seulement appartenaient à cette espèce, soit guère plus de 1 %. Peut-être faudrait-il augmenter légèrement cette proportion, car les mâles de *Psophus* sont des insectes agiles, difficiles à saisir; mais par contre, on les décèle très facilement, ce qui compense les difficultés de leur approche; en tout cas, c'est une espèce qui ne peut passer inaperçue dans un relevé.

En dehors des Alpes françaises, suisses et orientales, *Psophus stridulus* existe dans toutes les autres chaînes françaises et la plupart de celles de l'Europe; en dehors des montagnes, il existe en divers points d'une grande partie de la France, parfois presque au niveau de la mer, mais jamais abondant. Enfin, c'est une espèce largement répandue dans le Nord de la région paléarctique, jusqu'en Sibérie et en Mongolie. BACCETTI (1958) en a donné une bonne carte de répartition générale, que l'on consultera avec profit.

Influence de l'humidité.

Les relevés étant répartis en 5 classes entre lesquelles l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calcule dans chacune la proportion de relevés contenant *Psophus stridulus*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Psophus stridulus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Psophus stridulus</i>
Entre 10 et 20.....	39	15	0,38
20 et 30.....	117	21	0,18
30 et 40.....	20	8	0,40
40 et 50.....	80	16	0,20
50 et 60.....	39	8	0,20

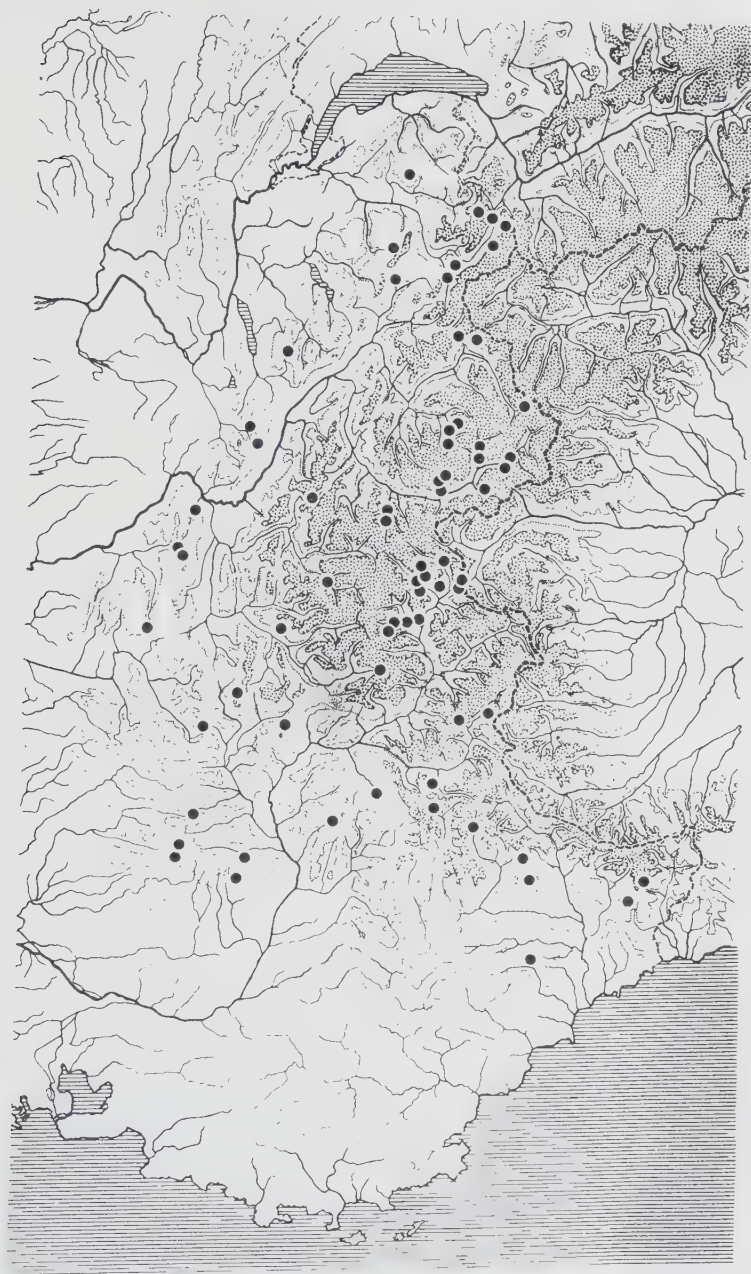


FIG. 99. — Emplacement des relevés contenant *Psophus stridulus*.

Bien que ce tableau ne donne pas une variation continue facilement interprétable, il indique une certaine préférence, peu marquée d'ailleurs, pour les climats secs. *Psophus stridulus* serait donc un *xérophile*

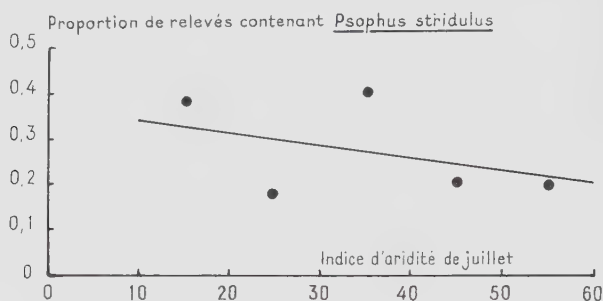


FIG. 100. — Variation de la fréquence de *Psophus stridulus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet.

facultatif (fig. 100). Il est d'ailleurs à remarquer que la douzaine de stations de plaine indiquées par CHOPARD (1951) pour cette espèce se

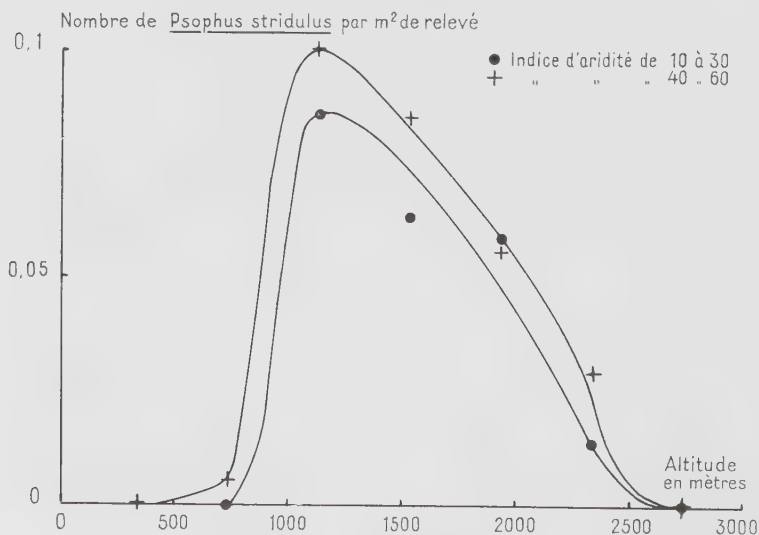


FIG. 101. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Psophus stridulus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec).

trouvent *toutes* dans des zones d'indice d'aridité inférieur à 30, ce qui corrobore cette opinion.

Le nombre de relevés utilisables dont on dispose permet de cons-

truire des courbes différentielles exprimant en fonction de l'altitude le nombre de *Psophus stridulus* par mètre carré de relevé, en séparant les régions sèches (relevés d'indice d'aridité compris entre 10 et 30) et les régions humides (relevés d'indice d'aridité compris entre 40 et 60). On obtient deux courbes assez curieuses (fig. 101), très voisines, démarrant à partir de 1 000 m pour atteindre brusquement leur maximum, puis baissant progressivement pour s'annuler vers 2 400 m; elles sont très proches l'une de l'autre et presque parallèles, mais la courbe des régions humides est légèrement au-dessus de celle des régions sèches. Les deux seuls relevés où *Psophus stridulus* se manifestait avec une forte densité, supérieure à l'unité, proviennent d'ailleurs du massif du Mont Blanc et ce sont principalement eux qui sont la cause de ce résultat. On trouve donc à peu près la même densité de *Psophus* dans l'ensemble des Alpes, mais l'espèce est plus localisée dans les régions humides, plus dispersée dans les régions sèches.

Influence de la température.

Pour comparer entre eux des relevés d'altitude différente, on les classera tous en 5 catégories grâce à la température moyenne de juillet au niveau de la mer, variant de degré en degré; dans chaque classe, on calculera la proportion de relevés contenant *Psophus stridulus*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Psophus stridulus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Psophus stridulus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	6	0,15
21 et 22°.....	9	3	0,33
22 et 23°.....	94	14	0,15
23 et 24°.....	129	39	0,30
24 et 25°.....	24	6	0,25

Malgré une progression qui est loin d'être continue, on peut admettre que *Psophus stridulus* fréquente plutôt les parties les plus chaudes des Alpes; il ne s'agit évidemment pas de thermophilie pour un insecte de montagne; en fait, cette préférence s'explique probablement en grande partie par une certaine xérophilie due au fait que les régions chaudes des Alpes sont sèches; mais on a en tout cas ici une certaine confirmation de cette xérophilie.

Malgré le petit nombre de relevés des régions froides, on tracera aussi des courbes différentielles exprimant la densité de *Psophus stridulus* en fonction de l'altitude, en séparant les relevés de région

froide (20 à 22°) et de région chaude (23 à 25°) (fig. 102). On obtient deux courbes en cloche, d'étalement en altitude comparable, mais très décalées l'une par rapport à l'autre; le maximum des régions froides se situe vers 1 300 m d'altitude, celui des régions chaudes vers 1 800 m et, avec une diminution de température en altitude de 0°,6 pour 100 m, on s'aperçoit que les prévisions sont tout à fait confirmées, une différence de 500 m correspondant à 3° qui est précisément la différence entre les moyennes de température des deux classes de relevés.

De plus, le maximum de la courbe de région chaude est environ le double — près de 0,1 par m² — de celui des régions froides — 0,04 par m² —, ce qui indique que *Psophus stridulus* est plus abondant dans les parties les plus chaudes des Alpes.

Enfin, et ce qui est plus important, on a calculé pour chaque relevé la température vraie correspondante; celles-ci s'échelonnent entre 10 et 17°, qui sont les limites observées dans les Alpes pour la moyenne de juillet à laquelle peut vivre *Psophus stridulus* qui apparaît donc comme une espèce assez fortement *sténotherme*.

Interaction humidité-température.

Si l'on dispose tous les relevés contenant *Psophus stridulus* sur un graphique où sont portés en abscisses les indices d'aridité et en ordonnées les températures vraies, on constate qu'ils sont limités vers les fortes températures par une ligne très oblique (fig. 103).

En d'autres termes, la *sténothermie* de l'espèce est très accentuée dans les régions humides où celle-ci ne supporte pas une moyenne de juillet supérieure à 15°, et beaucoup moins dans les régions sèches où elle doit pouvoir atteindre 18°, ce qui, par analogie avec d'autres espèces présentant le même phénomène (*Anonconotus alpinus*, *Podisma pedestris*), et xérophiles ou le phénomène inverse (*Tettigonia cantans*, *Podisma alpina*), et hygrophiles, confirme la xérophilie relative de *Psophus stridulus*. Aucun effet analogue n'est observé vers les basses températures.

Répartition en France.

Si la présence de *Psophus stridulus* dans les autres massifs montagneux français est toute naturelle à la lumière des données écologiques mises précédemment en évidence, il n'en est pas de même quand on considère les captures en plaines indiquées par CHOPARD (1951) en assez petit nombre mais certaines.

En examinant ces stations une par une, on constate qu'elles se situent toutes dans des régions sèches, d'indice d'aridité inférieur à 30, comme on l'a déjà fait remarquer. La température de juillet qui y règne peut pour toutes y être déterminée au degré près, et on la trouve comprise entre 17 et 20°, cette dernière valeur une fois atteinte seulement; la majorité de ces températures, 18 et 19°, ne dépasse

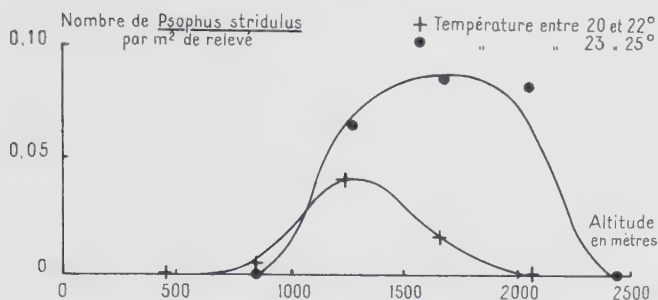


FIG. 102. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Psophus stridulus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer). Les maxima des courbes indiquent tous deux un optimum de température vraie de 13°.

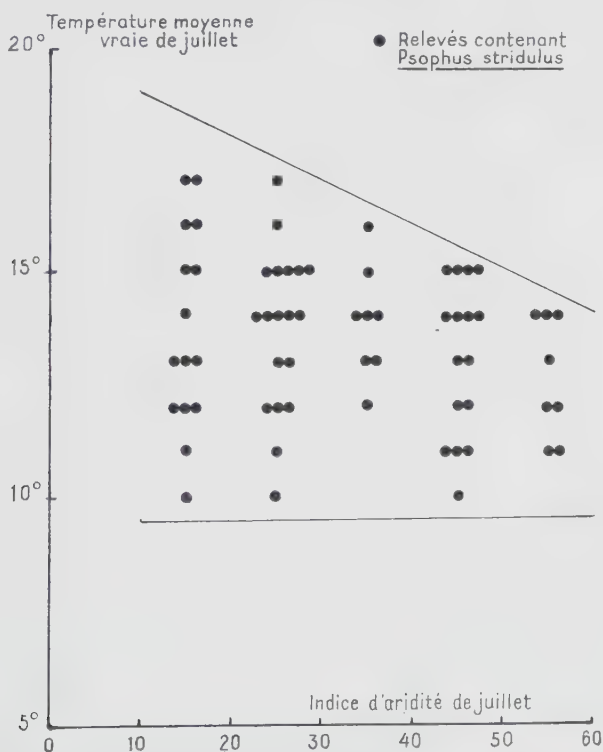


FIG. 103. — Les relevés contenant *Psophus stridulus* ont tous été placés sur un diagramme humidité-température vraie; le domaine d'existence de l'espèce est ainsi défini; la sténothermie est beaucoup plus prononcée dans un climat humide.

que fort peu la ligne oblique limitant le graphique indice d'aridité-température, tracé précédemment, et il suffirait de la relever légèrement à son extrémité supérieure pour pouvoir y comprendre ces stations où la présence de *Psophus stridulus* étonnait au premier abord.

Conclusion.

Psophus stridulus, Orthoptère plutôt *xérophile* et assez *sténotherme*, habite principalement les montagnes et surtout leur zone comprise entre 1 000 et 2 000 m d'altitude, correspondant à peu près avec l'étage montagnard des botanistes. Cependant, il habite la plaine française où il est du reste rare et dispersé, ce qui semble assez étonnant si l'on considère ses exigences écologiques.

La variation de son domaine de température avec l'humidité régionale éclaire toutefois le problème en montrant que la sécheresse permet à l'insecte — comme à plusieurs autres espèces *xérophiles* — de mieux supporter les températures élevées; et on se trouve là dans des conditions bien proches de celles de ses stations de plaine. Si l'écologie de *Psophus stridulus*, d'après les données recueillies en montagne, ne permet pas d'expliquer de façon parfaite sa répartition dans l'ensemble de la France, elle en est en tout cas bien près, et il suffirait d'une légère anomalie du comportement de l'espèce par rapport à la température — utilisation difficile, par exemple, de maxima éloignés et meilleure utilisation d'une moyenne plus faible mais mieux étalée — pour l'expliquer tout à fait. On ne peut même éliminer tout à fait l'hypothèse d'une race physiologique de plaine, pour laquelle la brusque barrière due aux températures élevées (et mise en évidence par la chute brutale des courbes de densité en fonction de l'altitude au-dessous de 1 000 m) serait légèrement reculée; une différence de 1 ou 2° au maximum dans les exigences de la race de plaine et de la race de montagne expliquerait facilement sa répartition. Seule l'expérience peut trancher la question.

La vaste distribution de *Psophus stridulus*, de l'Europe à la Sibérie et à la Mongolie, en fait une espèce typiquement angarienne, à mi-chemin entre des *sténothermes* prononcés comme *Aeropus sibiricus*, dont la répartition est par le fait même boréo-alpine, et des *eurythermes* comme *Mecostethus grossus*; il suffirait de décaler de quelques degrés vers les basses températures son domaine écologique pour en faire une espèce typiquement boréo-alpine. Toutefois, sa *xérophilie* — très relative il est vrai — n'est pas un caractère très fréquent dans la faune angarienne.

Ædipoda cærulescens.

Ædipoda cærulescens est la plus commune des espèces françaises du genre *Ædipoda* et la seule avec *Ædipoda germanica* qui rentre dans le cadre de cette étude, les autres ayant un habitat très méridional ou même une présence en France douteuse. Elle est immédiatement reconnaissable à ses ailes d'un bleu vif portant une bande noire; la variété *sulfurescens*, aux ailes d'un jaune verdâtre, commune en Algérie, n'a pas été trouvée dans les Alpes.



FIG. 104. — Emplacement des relevés contenant *Oedipoda cœrulescens*.

Cette espèce est de taille moyenne (15 à 21 mm pour le mâle, 22 à 28 mm pour la femelle); la couleur varie du beige au noir; il existe de nombreuses formes fondées sur la présence de taches plus

claires en certaines parties du corps, dont l'origine, génétique ou non, n'a pas été précisée jusqu'ici et dont il ne sera pas tenu compte dans cette étude.

Ædipoda cœrulescens existe dans de très nombreux habitats : champs, prairies, clairières des bois, landes, chemins. Son vol est facile et rapide et c'est une des espèces les plus mobiles, susceptible de parcourir d'assez grandes distances; GRASSÉ (1929) l'a rencontrée en pleine ville, où elle était parvenue au terme de déplacements atteignant 2 km, ce qui est très rare pour les Orthoptères qui habitent les Alpes, généralement assez sédentaires.

Cette espèce fréquente toutes les Alpes (fig. 104), mais se trouve

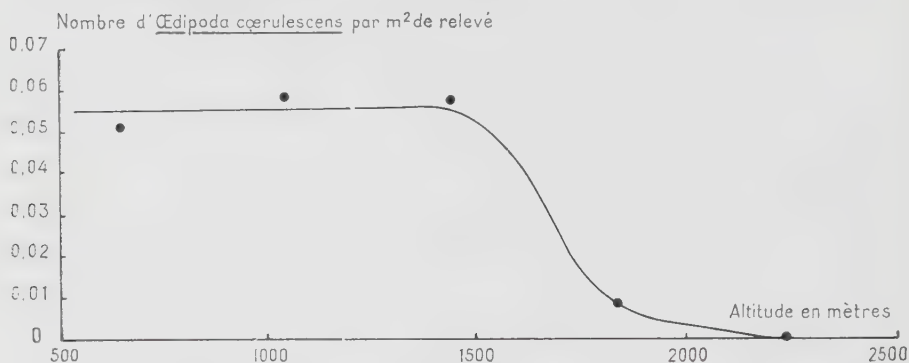


FIG. 105. — Variation de la densité d'*Ædipoda cœrulescens* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises; cette espèce de plaine peut s'élever assez haut en montagne.

principalement dans les parties basses de la chaîne; elle n'y est pas très abondante. Elle a été trouvée dans 25 relevés sur 300, soit environ 8 %, et il en a été récolté 139 échantillons sur 20 000 Orthoptères, soit à peu près 0,7 %. La difficulté de capture d'*Ædipoda cœrulescens* conduirait peut-être à augmenter un peu cette valeur, mais son pourcentage ne doit cependant guère dépasser 1 %.

Ædipoda cœrulescens possède une aire de répartition très vaste : elle habite toute la France et les îles avoisinantes, presque toute l'Europe, l'Afrique du Nord et l'Asie occidentale. Elle va même jusqu'en Sibérie et très au Sud dans le continent africain.

Répartition en altitude.

On a tracé une courbe exprimant, en fonction de l'altitude, le nombre d'*Ædipoda cœrulescens* par mètre carré de relevé (fig. 105). Jusque vers 1 500 m, la densité est constante et voisine de 0,05 par m², puis baisse rapidement pour s'annuler vers 2 000 m. Il s'agit donc d'une espèce habitant normalement la plaine, mais assez robuste pour pouvoir monter assez haut en montagne.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés faits dans les Alpes sont répartis en 5 classes d'indice d'aridité variant de 10 en 10 et, dans chaque classe, on calcule la proportion de relevés contenant *Ædipoda cærulescens*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. cærulescens</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. cærulescens</i>
Entre 10 et 20.....	39	6	0,15
20 et 30.....	117	13	0,11
30 et 40.....	20	1	0,05
40 et 50.....	80	4	0,05
50 et 60.....	39	1	0,02

Ce tableau montre clairement qu'*Ædipoda cærulescens* marque une forte préférence pour les régions sèches, bien qu'il puisse se trouver, assez rarement il est vrai, dans les régions humides des Alpes (fig. 106).

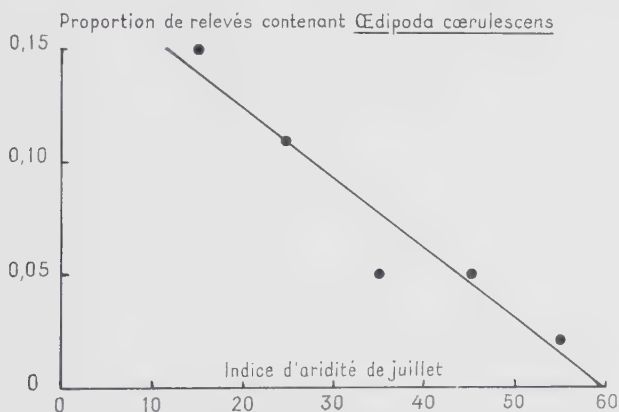


FIG. 106. — Variation de la fréquence d'*Ædipoda cærulescens* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la décroissance rapide et régulière de la courbe indique une espèce *xérophile*.

Le petit nombre de stations de cette espèce en région humide — généralement d'ailleurs avec une densité assez faible — empêche de tracer des courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude, celle des régions humides devant être alors fondée sur un trop petit nombre d'observations; la densité moyenne des régions humides est très faible vis-à-vis de celle des régions sèches que l'on peut confondre à peu près avec celle qui est exprimée par la courbe déjà globalement construite.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer les relevés d'altitude différente, on divise l'ensemble des relevés en 5 classes dont les températures moyennes de juillet ramenées au niveau de la mer varient de degré en degré; dans chaque classe, on calcule la proportion de relevés contenant *Ædipoda cærulescens*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. cærulescens</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. cærulescens</i>
Entre 20 et 21°.....	39	2	0,05
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	9	0,09
23 et 24°.....	129	13	0,10
24 et 25°.....	24	1	0,04

Ce tableau n'exprime pas de préférences très marquées d'*Ædipoda cærulescens* pour des régions plus ou moins chaudes, sauf peut-être une légère désaffection, pas bien nette, pour les régions froides, et qui peut d'ailleurs être uniquement causée par la coïncidence très forte entre les régions froides et les régions humides des Alpes, que l'on sait déjà être défavorables à l'espèce.

Il est facile de calculer pour chaque relevé la température vraie de juillet à laquelle il correspond; on obtient une série de valeurs qui s'étagent entre 11°5 et 19°. Il est bien probable que la limite inférieure de température moyenne de juillet à laquelle peut vivre l'espèce est très voisine de 11° — la valeur la plus basse est due à une capture faite à 2 000 m d'altitude en Vanoise. La limite supérieure n'est certainement pas atteinte dans cette série de relevés de montagne, puisque l'espèce existe par exemple, abondante, dans le Midi méditerranéen. *Ædipoda cærulescens* est donc une espèce assez fortement *eurytherme*, ce qui lui permet d'exister partout dans la plaine française et de monter cependant jusqu'à une altitude de 2 000 m — assez exceptionnellement il est vrai — dans les Alpes.

Autres facteurs.

GRASSÉ (1929) avait déjà signalé le phototactisme positif marqué de cette espèce, qui l'attire souvent dans les lieux découverts et la rend par exemple abondante sur les chemins, les affleurements calcaires. Il n'est pas douteux que ce caractère, ajouté à la grande mobilité de cet Orthoptère, ne lui permette de trouver facilement sur l'ensemble

d'une région les quelques microclimats très réduits où il peut vivre, et d'augmenter ainsi notablement son aire de répartition.

Il est à rapprocher de ce fait qu'*Ædipoda cærulescens* a surtout été trouvé sur des pentes orientées au sud : sur 25 relevés, 13 étaient orientés au Sud, 3 au SW et 3 au SE, ce qui est très significatif.

Conclusion.

Ædipoda cærulescens est une espèce robuste, présentant une *eurythermie* marquée; son domaine d'existence par rapport à la moyenne de température de juillet s'étend de 11° à une limite qui n'est pas atteinte en France, donc certainement supérieure à 25°. Ceci lui permet une zone de répartition extrêmement vaste, s'étendant depuis l'Europe assez septentrionale et la Sibérie jusque loin vers le sud en Afrique. Ses préférences dans le domaine de l'hygrométrie ne s'y opposent pas, car, malgré sa prédilection pour les régions sèches et les microclimats secs — ce qui lui donne une place dans l'ensemble déjà appelé « complexe xérophile » — on le trouve, quoique bien plus rarement, dans des régions aussi humides que le massif du Mont Blanc. Sa xérophilie n'a rien d'absolu, ce qui indique encore une fois une espèce présentant de larges possibilités d'adaptation.

Ces données ne permettent pas de trancher complètement la question de l'origine de cette espèce; cependant, sa xérophilie évoque la région méditerranéenne et semble exclure une origine angarienne; mais elle n'exclut nullement une origine éthiopienne ou peut-être pontique.

Ædipoda germanica.

Cette espèce appartient au genre *Ædipoda* et c'est la seule, avec *Ædipoda cærulescens*, qui soit commune dans la plus grande partie de la France. Elle a longtemps porté le nom d'*Ædipoda miniata* qui s'applique en fait à une espèce méditerranéenne, plus méridionale, et dont la présence effective en France est assez douteuse.

Ædipoda germanica présente la même taille et le même aspect général qu'*Ædipoda cærulescens* (15 à 21 mm pour le mâle, 22 à 28 mm pour la femelle; coloration variant du beige au noir) et ne s'en distingue guère que par ses ailes d'un rouge vif. On a décrit plusieurs variétés (*decolor*, *kraussi*, *pyrenaica*) dont on ignore la valeur véritable; elles n'ont pas été trouvées dans les relevés, et cette étude n'en tiendra pas compte.

Cette espèce est considérée généralement comme moins commune et plus localisée qu'*Ædipoda cærulescens*; elle se trouve dans les mêmes conditions : prairies, landes, clairières, chemins. C'est aussi un Orthoptère très mobile, au vol puissant et rapide, et susceptible de parcourir d'assez grandes distances.

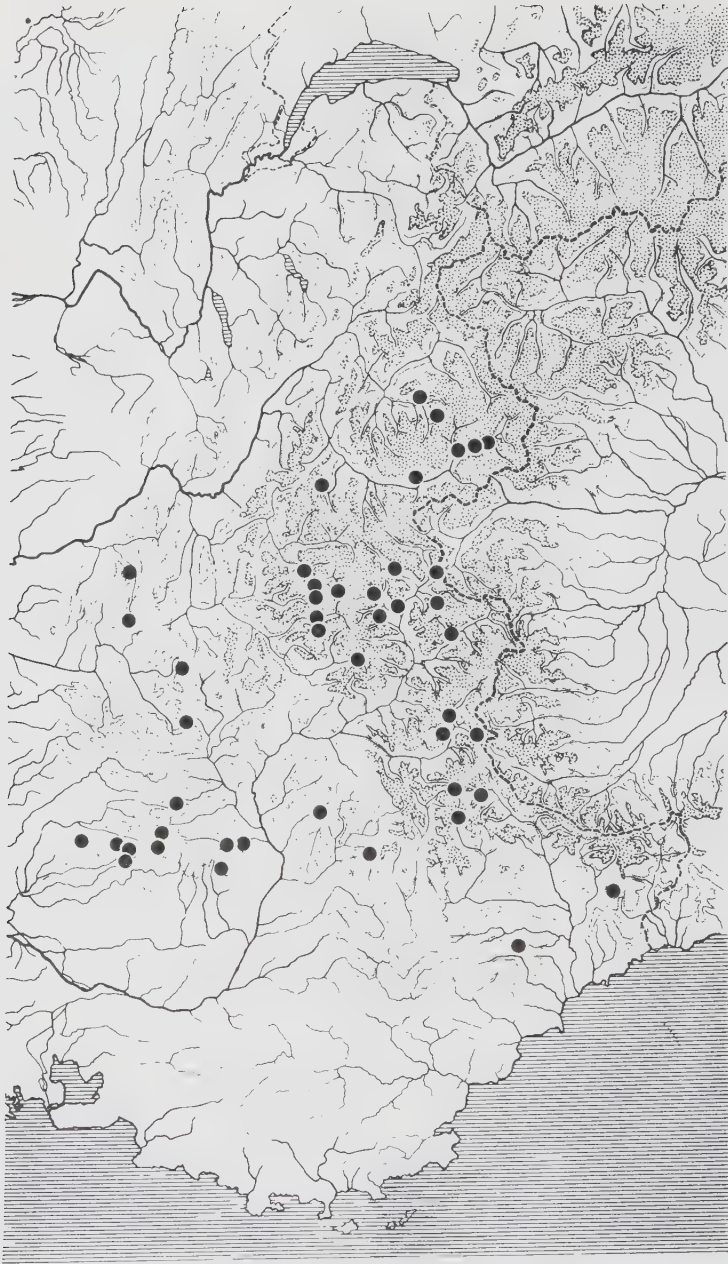


FIG. 107. — Emplacement des relevés contenant *Ædipoda germanica*.

Ædipoda germanica habite toutes les Alpes françaises sauf, semble-t-il, l'extrême Nord (Chablais, massif du Mont Blanc) et les chaînes subalpines septentrionales; au moins doit-il y être rare et localisé, pour ne pas apparaître dans les nombreux relevés de ces

régions (fig. 107). Ce n'est pas une espèce très répandue, ni très abondante, mais elle a été trouvée dans 45 relevés sur 300, soit 15 % au lieu de 25 pour *Æ. caerulea*, alors qu'il n'en était récolté que 122 échantillons pour 20 000 Orthoptères — environ 0,6 % — au lieu de 139 d'*Æ. caerulea*; elle semble donc plus répandue dans les Alpes françaises que cette dernière espèce, mais en moins grand nombre.

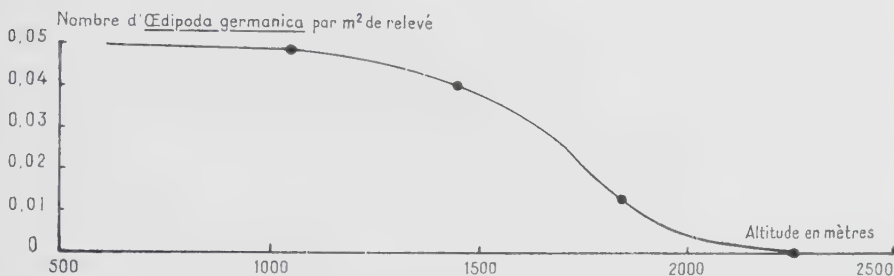


FIG. 108. — Variation de la densité d'*Edipoda germanica* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises; cette espèce de plaine peut s'élever assez haut en montagne.

Son aire de répartition est vaste; on la trouve partout en France sauf, semble-t-il, dans l'extrême Nord. Elle habite toute l'Europe centrale et méridionale ainsi que l'Asie occidentale.

Répartition en altitude.

Pour la mettre en évidence, une courbe a été tracée, exprimant en fonction de l'altitude le nombre d'*Edipoda germanica* capturés par mètre carré de relevé en moyenne (fig. 108). La densité est voisine de 0,05 par m² jusque vers 1 200 m et s'abaisse ensuite progressivement pour s'annuler avant 2 000 m; cette espèce a été capturée 3 fois à 1 800 m, altitude la plus élevée où elle a été rencontrée, en Vanoise, dans la vallée de l'Ubaye et près de Montgenèvre. Cette courbe indique une espèce habitant normalement la plaine, mais acclimatée assez haut en montagne.

Influence de l'humidité.

On l'étudie par l'intermédiaire de l'indice d'aridité de juillet. Tous les relevés sont distribués en 5 classes dont l'indice d'aridité varie de 10 en 10 et, dans chaque classe, on calcule la proportion de relevés contenant *Edipoda germanica*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. germanica</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. germanica</i>
Entre 10 et 20.....	39	15	0,38
20 et 30.....	117	20	0,17
30 et 40.....	20	6	0,30
40 et 50.....	80	4	0,05
50 et 60.....	39	0	0

Ce tableau montre qu'*Ædipoda germanica* est une espèce très nettement *xérophile* et il est très probable que son absence ou tout au moins sa grande rareté dans la région NW des Alpes françaises est due à la trop grande humidité qui y règne pendant la période estivale.

Le très petit nombre de relevés de régions humides contenant cette espèce empêche de tracer des courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude; celle des régions les plus humides serait négligeable vis-à-vis de celle des régions les plus sèches qui se confondrait pratiquement avec la courbe globale déjà tracée.

Influence de la température.

Pour éliminer l'influence des altitudes différentes, on utilise la température de juillet ramenée au niveau de la mer; tous les relevés sont alors répartis en 5 classes dont la température moyenne de juillet varie de degré en degré et, dans chaque classe, on calcule la proportion de relevés contenant *Ædipoda germanica*; on obtient le tableau suivant :

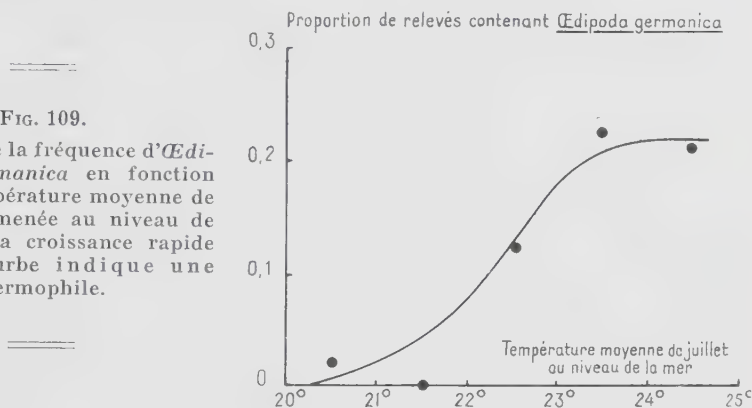
TEMPÉRATURE MOYENNE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. germanica</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Æ. germanica</i>
Entre 20 et 21°.....	39	1	0,02
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	11	0,12
23 et 24°.....	129	28	0,22
24 et 25°.....	24	5	0,21

Ce tableau montre *Ædipoda germanica* comme une espèce nettement *thermophile*, avec la réserve toutefois que sa xérophilie peut l'exagérer beaucoup, vu la corrélation qui existe dans les Alpes françaises entre l'humidité élevée et les basses moyennes de température (fig. 109). En raison du très petit nombre de relevés de région froide contenant cette espèce — un seul, dans le Vercors —, on ne peut évidemment tracer de courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude.

D'importants renseignements seront par contre fournis par le calcul de la température moyenne vraie de juillet pour chaque relevé. On obtient une série de valeurs s'étaguant entre 12°5, obtenue trois fois, et 18°5. Il est fort probable que 12° représente la limite de température moyenne de juillet au-dessous de laquelle *Ædipoda germanica* ne peut pas vivre, ce qui en fait cependant une espèce assez *eurytherme*; quant à la limite supérieure, il est certain qu'elle est bien supérieure à 19°, car l'espèce existe dans le Midi méditerranéen et elle vit certainement à des moyennes de température de juillet atteignant 25°; mais les relevés des Alpes ne peuvent évidemment permettre de trouver la valeur de cette limite.

FIG. 109.

Variation de la fréquence d'*Ædipoda germanica* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; la croissance rapide de la courbe indique une espèce thermophile.



Autres facteurs.

Tout comme chez *Ædipoda cærulescens*, on observe une prédilection de cette espèce pour les espaces découverts et lumineux, manifestant un *phototactisme positif* prononcé. Un aspect voisin du même phénomène est l'orientation préférentielle vers le Sud des relevés contenant cette espèce : 26 sur 45 orientés vers le Sud, le SE et le SW, proportion cependant moins importante que chez *Ædipoda cærulescens*. Comme pour celui-ci, il est probable que la grande mobilité d'*Ædipoda germanica*, jointe à son phototactisme prononcé, lui permet de tirer parti au mieux des niches écologiques favorables d'une région où il ne pourrait sans cela vivre que difficilement.

Conclusion.

Les exigences écologiques d'*Ædipoda germanica* sont voisines de celles d'*Ædipoda cærulescens*, mais plus affirmées dans le sens de la *thermophilie* et de la *xérophilie*; sa limite de température moyenne de juillet est un peu plus haute, 12° au lieu de 11°, ce qui lui permet de monter moins haut en montagne et le rend un peu moins *eury-*

therme. Si l'insecte commence à se raréfier dans le Nord de la France, ce n'est évidemment pas cette moyenne inférieure de 12° qui le limite; on pourrait invoquer l'insolation plus vigoureuse du climat montagnard, qui lui permet d'atteindre des altitudes de basse moyenne de température, mais avec des maxima élevés. Mais il n'est peut-être pas besoin de recourir à cette explication et il est fort possible que le facteur limitant *Ædipoda germanica* vers le Nord soit tout simplement l'humidité, les indices d'aridité moyens du Nord de la France et de la Belgique commençant à atteindre 40 en divers points.

Il est difficile, sur ces seules données, de hasarder une opinion sur l'origine de cette espèce; elle n'est toutefois sûrement pas angarienne et son écologie suggère, par sa thermophilie et sa xérophilie, une origine méditerranéenne ou pontique.

Autres Ædipodinæ du complexe xérophile.

On trouve dans les Alpes, mais rarement à une altitude élevée, quelques autres espèces d'*Ædipodinæ*. Toutes font partie de ce qu'on a appelé le « complexe xérophile » ou « thermophile », les deux caractères étant plus ou moins liés. Les captures en sont rares et il s'agit manifestement d'insectes ne pouvant supporter une moyenne de température d'été trop basse. Abondants sur la côte méditerranéenne et les régions voisines, certains sont répandus dans presque toute la France; mais ils ne pénètrent qu'exceptionnellement en altitude, remontant des vallées chaudes et se cantonnant dans des microclimats favorables, presque toujours exposés au Sud.

Ce sont toujours des Orthoptères bons voiliers, très mobiles, doués d'un phototactisme positif prononcé; comme il a déjà été signalé à propos des espèces précédentes appartenant à ce même complexe xérophile, ces circonstances peuvent étendre l'aire de répartition de ces insectes en les rendant capables de trouver des microclimats favorables dans des régions qui le sont moins, et de s'y maintenir.

Dans les relevés qui ont été faits dans les Alpes, très peu de captures de ces espèces ont été remarquées, car le but de ce travail est surtout l'étude de la faune des Alpes proprement dite, et ces Orthoptères n'en font pas réellement partie; ils appartiennent à la faune méditerranéenne pour la plupart. Le petit nombre de relevés où ils apparaissent empêche de faire une étude détaillée de leur écologie, qui sortirait d'ailleurs du cadre de ce travail. Il sera donné seulement la liste des espèces trouvées avec les quelques remarques suggérées par leur capture.

Tous ces Orthoptères se trouvent en Afrique du Nord et sur tout le pourtour du bassin méditerranéen, et la plupart ont une origine réellement méditerranéenne, la question de cette origine ne pouvant pas être abordée avec fruit avec les renseignements écologiques dont on dispose ici.

Ædaleus decorus.

Cette belle espèce très caractéristique est exceptionnelle dans les relevés des Alpes, presque tous réalisés lorsqu'une influence montagnarde commençait au moins à se manifester dans la faune. Elle a cependant été trouvée deux fois; une sous le relevé 717, dans les Basses-Alpes, près du col de la Cine au voisinage de Digne; le terrain, composé de marnes grises vallonnées — « roubines » dans l'appellation locale —, porte une végétation très méridionale et il est clair qu'on se trouve là dans le domaine méditerranéen malgré une altitude de 1 000 m; la température moyenne de juillet y est de 17° et on n'y trouve que des Orthoptères du complexe xérophile : *Calliptamus*, *Sphingonotus cærulans*, *Ædipoda*, qui y abondent en compagnie de cette espèce.

L'autre capture, plus intéressante parce que plus septentrionale, se situe au débouché de la Vallouise dans la vallée de la Duranee, sur un éboulis calcaire orienté plein Sud, à 1 300 m d'altitude (relevé 118), près des Vigneaux. La végétation est très méridionale, mêlée à quelques rares espèces montagnardes, et on se trouve là dans une des régions les plus sèches et les plus chaudes des Alpes; la température moyenne de juillet y est de 16° et l'indice d'aridité du même mois est inférieur à 20.

Il ne semble pas que cette espèce puisse vivre dans une région d'indice d'aridité de juillet supérieur à 30, et 16° semble être une limite inférieure très vraisemblable pour la moyenne de juillet nécessaire à *Ædaleus decorus*. Ceci s'accorde parfaitement avec son existence dans la majeure partie de la France sauf l'extrême Nord; l'isotherme 16° pour juillet est très morcelé mais coïncide en gros avec la frontière belge où se trouve un peu plus au Sud, et si l'on constate que pour le second relevé l'insecte s'arrêtait vers 1 300 m, on voit que l'accord est très satisfaisant entre la limite observée en montagne et celle observée en plaine, vers le Nord.

Ædaleus decorus est donc une espèce xérophile et thermophile, assez sténotherme, qui ne doit guère dépasser vers le Nord les frontières françaises; par contre, elle s'étend largement vers le Sud et habite tout le pourtour de la Méditerranée, une bonne partie de l'Asie méridionale et de l'Afrique.

Sphingonotus cærulans.

Du genre *Sphingonotus*, cette espèce est la seule rencontrée dans les Alpes; presque toutes les autres ne se trouvent d'ailleurs qu'en Corse ou bien leur présence en France est assez douteuse, à l'exception toutefois de *Sphingonotus cærulans* ssp. *cyanopterus* dont on reparlera plus loin.

Quatre captures de cette espèce — assez abondante à chaque fois — ont été faites dans les relevés des Alpes; deux d'entre elles aux mêmes endroits qu'*Ædaleus decorus*, décrits ci-dessus. Une autre a eu lieu en Maurienne (relevé 530), près de Saint-Michel, à faible altitude (650 m), dans une friche très sèche à *Artemisia absinthium* et *Stipa calamagrostis*, plantes trahissant les fortes affinités méridionales que l'on remarque sur une grande partie de cette vallée; la température moyenne de juillet en ce point est d'ailleurs de 19° environ.

La dernière capture, la plus intéressante, provient de la vallée de la Guisanne, près de Briançon (relevé 664), à une altitude voisine de 1 600 m, donnant une température moyenne de juillet guère supérieure à 14°, mais sur une pente dénudée très bien exposée au Sud; c'est probablement là une altitude maximum pour cette espèce.

Tous ces relevés proviennent de régions où l'indice d'aridité ne dépasse pas 30 (20 même pour deux d'entre eux), mais on voit que cette espèce peut supporter une moyenne de juillet de 14°, exceptionnellement il est vrai. Tout ceci est en bon accord avec la distribution en France de cette espèce qui dépasse la région parisienne vers le Nord, mais se révèle cependant thermophile et xérophile. Elle habite d'ailleurs aussi l'Afrique du Nord et l'Asie méridionale; son origine est douteuse; les minces renseignements apportés ici tendraient plutôt à en faire une espèce méditerranéenne.

Sphingonotus cœrulans cyanopterus présente une distribution bien différente, en Europe septentrionale et centrale, atteignant juste Paris vers le Sud; l'écologie de cette sous-espèce est donc radicalement opposée à celle de la forme typique et, malgré leur ressemblance morphologique, on serait fortement tenté d'en faire deux espèces bien distinctes, comme elles l'ont été longtemps d'ailleurs, l'une peut-être d'origine méditerranéenne et l'autre peut-être balte, comme le suggérait GRASSÉ (1929).

Acrotylus insubricus.

Cette espèce n'a jamais été trouvée dans les relevés proprement dits, mais seulement quelquefois au voisinage de certains d'entre eux, à des altitudes toujours inférieures à 800 m, dans les régions les plus chaudes et les plus sèches (près de Digne, par exemple).

Il est évident qu'il s'agit là d'une espèce xérophile, et plus thermophile encore que les deux précédentes; il est douteux qu'elle puisse subsister dans des régions où la température moyenne de juillet descend au-dessous de 18°. Sa répartition confirme ce fait, car l'espèce est confinée au Sud de la France et sa capture la plus septentrionale

provient de l'île d'Oléron; en dehors de notre pays, *Acrotylus insubricus* habite le pourtour de la Méditerranée et le SW de l'Asie, ce qui milite en faveur de l'origine méditerranéenne de cette espèce.

Aiolopus strepens.

De même que la précédente, cette espèce n'a été reconnue que dans des déplacements entre relevés, à des altitudes peu élevées, toujours en bordure des Alpes, dans la région méditerranéenne, à la faune de laquelle elle appartient. Elle est tout aussi xérophile et thermophile que la précédente et doit être soumise à la même limite de température.

Sa répartition en France est la même que celle d'*Acrotylus insubricus*, à part le fait qu'elle remonte au Nord dans les Deux-Sèvres où d'ailleurs la température moyenne de juillet dépasse 18°; elle n'existe qu'en des régions où l'indice d'aridité ne dépasse pas 30, comme la précédente. Son origine méditerranéenne est également indiquée par sa présence dans l'Europe méridionale, l'Afrique du Nord et l'Asie Mineure, origine tout à fait confirmée par son écologie.

Mecostethus grossus.

Mecostethus grossus est un Acridien d'assez grande taille (mâle : 12 à 24 mm, femelle : 26 à 39 mm) de teinte générale verte avec des taches noires, jaunes et rouges. Il est facilement reconnaissable à ses fovéoles temporales très petites, triangulaires et peu marquées, et à ses élytres longs possédant une nervure intercalée assez forte, entre la médiane et la cubitale.

C'est une espèce assez peu fréquente qui n'a été trouvée que dans 14 relevés sur 300 environ, soit environ 5 %. Il en a été capturé 146 exemplaires sur un total de 20 000 insectes, soit moins de 1 %.

La répartition de *Mecostethus grossus* n'est pas très bien connue, mais cette espèce semble exister un peu partout en France, surtout dans la moitié septentrionale et en montagne; mais il est difficile d'obtenir des données exactes, à cause de la localisation très étroite de cet insecte.

En effet, *Mecostethus grossus* ne vit que dans l'extrême proximité de l'eau, dans les marais, les prairies humides, le bord des ruisseaux qui affluent le sol; en somme, dans un microclimat très fixe et tout à fait spécial caractérisé par l'eau permanente, dans une végétation à *Carex* ou à *Juncus*.

Le principal problème est de savoir si cette espèce dépend uniquement de ce microclimat ou d'influences régionales, ou si ces dernières influencent le premier. On verra qu'il est possible de répondre à cette question assez efficacement.

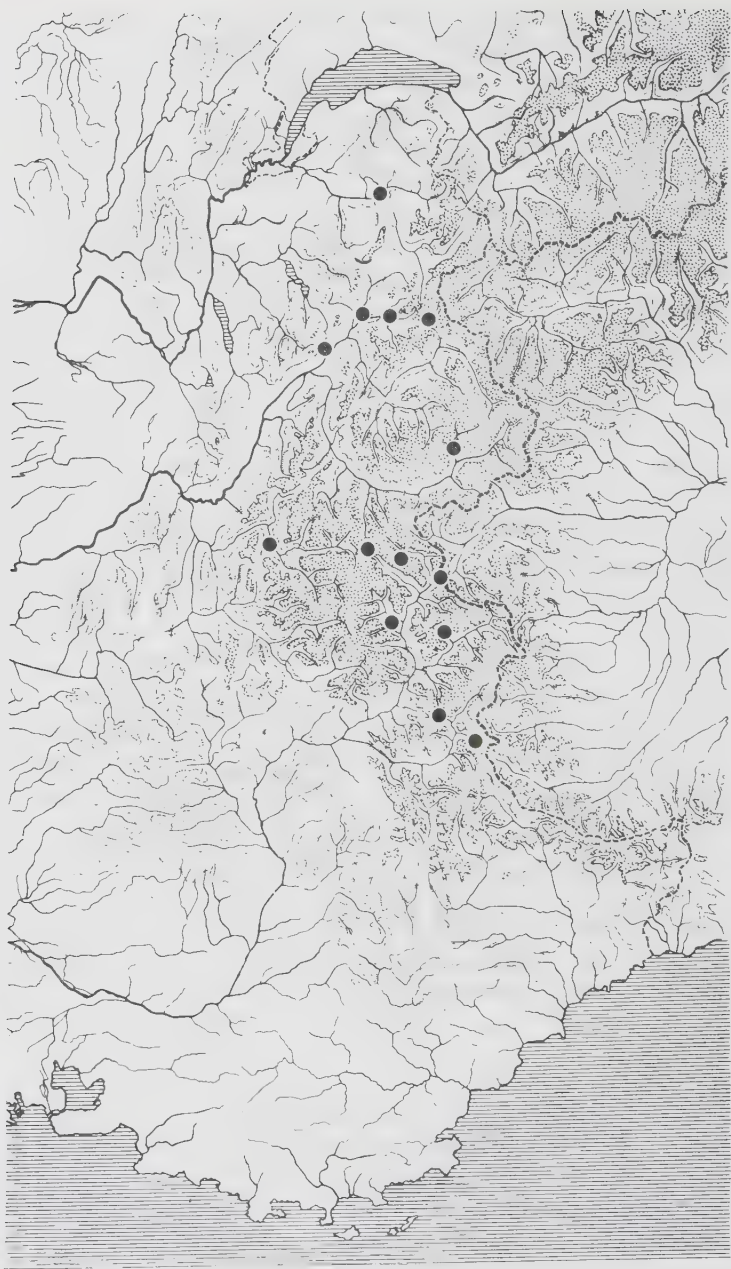


FIG. 110. — Emplacement des relevés contenant *Mecostethus grossus*.

Dans les Alpes françaises, *Mecostethus grossus* peut se rencontrer jusqu'à 2 200 m d'altitude; il a été rencontré dans presque toutes les régions, sauf l'extrême Sud : Basses-Alpes et Alpes-Maritimes (fig. 110).

Influence de l'humidité régionale.

Le fait que *Mecostethus grossus* ne vive qu'en des lieux extrêmement humides amène à penser qu'il sera plus fréquent dans les régions humides, c'est-à-dire d'indice d'aridité élevé.

On cherchera donc comme d'habitude la proportion de relevés contenant l'insecte dans chacune des classes de relevés d'indice d'aridité croissant de 10 en 10; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. grossus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. grossus</i>
Entre 10 et 20.....	39	3	0,08
20 et 30.....	117	5	0,04
30 et 40.....	20	2	0,10
40 et 50.....	80	3	0,04
50 et 60.....	39	1	0,03

Il n'existe aucun rapport net entre l'humidité de la région et la fréquence de *Mecostethus grossus*; en fait, à examiner ce tableau, on pourrait plutôt conclure à l'inverse si le peu de relevés dont on dispose ne rendait ce résultat peu sûr.

Il semble donc bien que les exigences de cette espèce pour un microclimat extrêmement humide masquent complètement celles qui pourraient exister pour un climat régional; de toute façon, dans nos pays, l'espèce ne peut exister que dans des niches écologiques très étroites, et dont le nombre ne dépend pas du climat général de la région, mais de bien d'autres choses : relief du sol, imperméabilité des couches superficielles, absence de drainage par l'homme, etc., et il serait vain de chercher un rapport de la fréquence de l'insecte avec l'indice d'aridité global d'une région dont de très petites parties seulement peuvent être utilisées.

Influence de la température.

On procédera d'abord de la même façon que pour l'indice d'aridité, en utilisant la classification des relevés suivant la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer, pour pouvoir comparer les relevés d'altitude différente; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE MOYENNE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. grossus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. grossus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	1	0,02
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	4	0,04
23 et 24°.....	129	8	0,06
24 et 25°.....	24	0	0

Rien de bien net ne se dégage non plus de ce tableau, si ce n'est peut-être une désaffection pour les climats trop chauds, mais il n'y a rien là de significatif.

Pour les 14 relevés, on a pu calculer facilement la température moyenne de juillet, connaissant leur altitude et la température au niveau de la mer; on obtient les résultats suivants :

12°5, 12°5, 13°5, 14°5, 16°5, 17°5, 19°5, 18°5, 11°, 18°5, 15°, 10°5, 12°5, 13°.

Mecostethus grossus semble donc vivre entre des températures

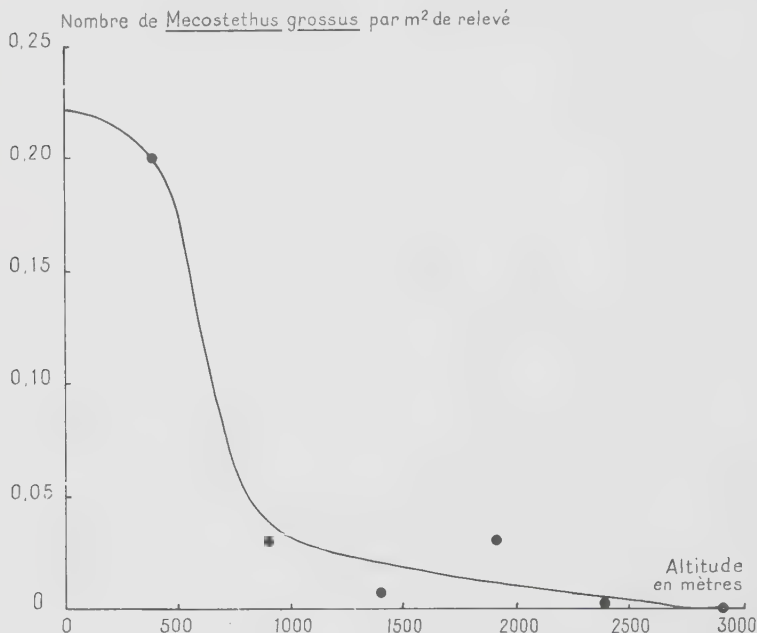


FIG. 111. — Variation de la densité de *Mecostethus grossus* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises.

moyennes de juillet de 10 à 20°; en fait, il est possible qu'il puisse supporter des températures plus élevées, car très rares sont les relevés faits à des températures supérieures à 20° et on manque évidemment de renseignements sur elles; cependant, le fait que l'espèce soit surtout abondante dans la moitié septentrionale de la France où la température vraie de juillet ne dépasse pas 20° C, conduit à admettre cette limite comme très vraisemblable.

Il s'agit donc d'une espèce *eurytherme* existant en plaine et montant assez haut en montagne. On peut tracer sa courbe de densité en fonction de l'altitude, pour obtenir des renseignements supplémentaires sur sa répartition (fig. 111); on constate qu'elle part d'un palier assez élevé (0,2 par m² environ) et s'abaisse ensuite très rapidement

à partir de 600 ou 700 m d'altitude, s'annulant vers 2 400 m. *Mecostethus grossus*, qui supporte des températures assez basses, a néanmoins donc une forte préférence pour les climats plus tempérés; c'est fondamentalement une espèce de plaine, mais qui peut pénétrer en altitude.

Conclusion.

Cette espèce, peu fréquente, réclame des conditions d'humidité exceptionnelles à l'échelle du microclimat; le climat de la région lui importe peu pourvu qu'elle y trouve les quelques niches écologiques qui lui conviennent. Cette espèce, une des plus *hygrophiles* qui soient, est *eurytherme*, réclamant une température moyenne de juillet de 10 à 20° C, ce qui lui permet de coloniser la montagne; mais elle reste cependant bien plus abondante en plaine. Il s'agit certainement d'une espèce angarienne d'exigences assez originales.

Chrysochraon dispar.

Chrysochraon dispar est un Acridien de taille moyenne (16 à 19 mm pour le mâle, 23 à 26 mm pour la femelle), de teinte générale gris rosé. Le dimorphisme sexuel est prononcé; le mâle, de petite taille, possède des élytres de longueur normale, mais des ailes rudimentaires; la femelle, plus grosse, a des élytres raccourcis, ne dépassant guère le 3^e tergite abdominal. Cette espèce, la seule du genre, est assez isolée dans la faune française; les formes les plus proches sont *Mecostethus grossus* et *Euthystira brachyptera*, dépourvus comme elle de fovéoles temporales.

Chrysochraon dispar a été trouvé dans 19 relevés sur 300 environ, soit un peu plus de 6 %; il en a été capturé 73 exemplaires sur un total de 20 000 Orthoptères, soit à peu près 0,4 %; l'espèce n'est pas abondante et se trouve assez rarement.

Elle n'a jamais été trouvée dans les Alpes du Sud, mais existe presque partout dans les Alpes du Nord, principalement dans la zone subalpine, et les massifs du Mont Blanc et de la Vanoise; un seul exemplaire a été pris un peu plus au Sud, dans le massif des Aiguilles d'Arves, près de Saint-Sorlin (fig. 112).

D'après CHOPARD (1951) *Chrysochraon dispar* habite une grande partie de la France, mais plutôt le Nord, une grande partie de l'Europe et de la Sibérie.

Cette espèce se trouve fréquemment dans les prairies plutôt humides, en voisinage des forêts; CHOPARD signale d'ailleurs sa présence dans les forêts de plaine des environs de Paris. Elle ne fréquente pas les microclimats secs et la présence d'eau libre en son voisinage peut être fréquemment remarquée.

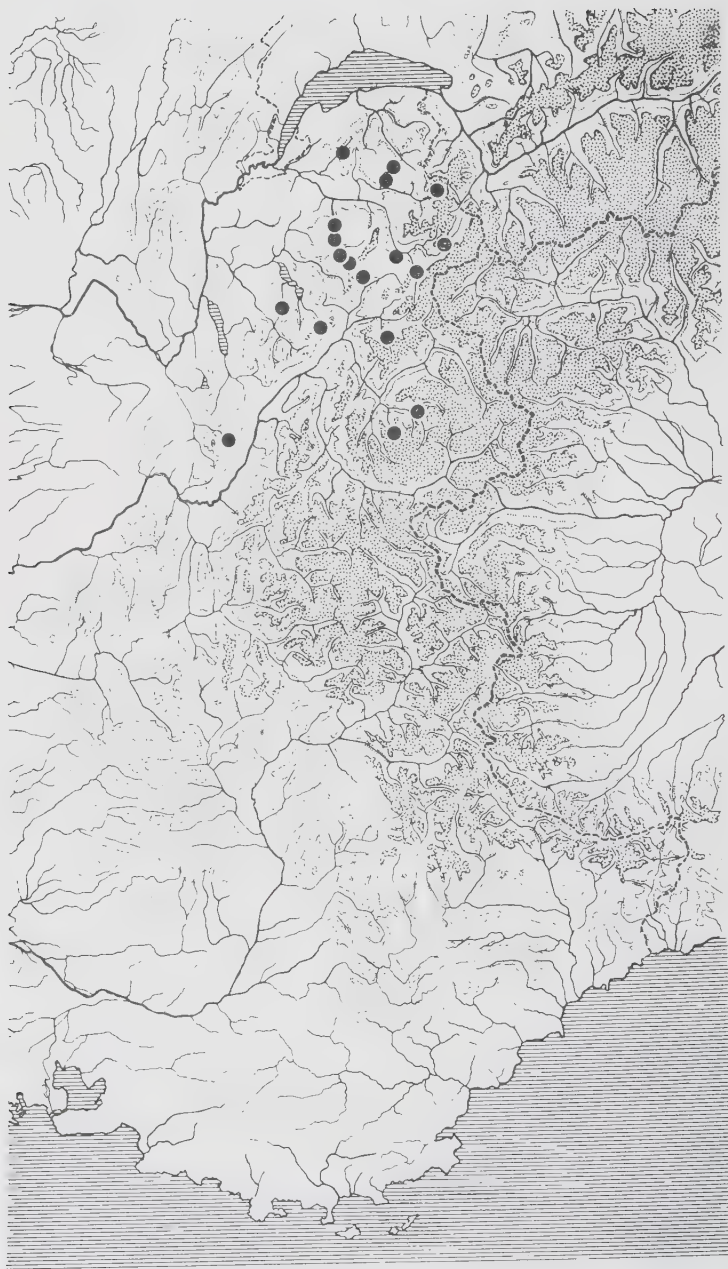


FIG. 112. — Emplacement des relevés contenant *Chrysochraon dispar*; cette espèce est absente des Alpes du Sud.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés sont répartis en 5 classes d'indice d'aridité de juillet variant de 10 en 10 et, dans chaque classe, on examine la proportion de relevés contenant *Chrysochraon dispar*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. dispar</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. dispar</i>
Entre 10 et 20.....	39	0	0
20 et 30.....	117	1	0,01
30 et 40.....	20	0	0
40 et 50.....	80	8	0,10
50 et 60.....	39	10	0,26

Ce tableau montre clairement que les régions les plus humides sont les seules où *Chrysochraon dispar* soit fréquent et son *hygrophilie* est très prononcée. La courbe correspondante est donnée par la figure 113.

Le seul relevé contenant cette espèce dans une région plus sèche est celui de Saint-Sorlin-d'Arves, et il est bon de rappeler que l'exem-

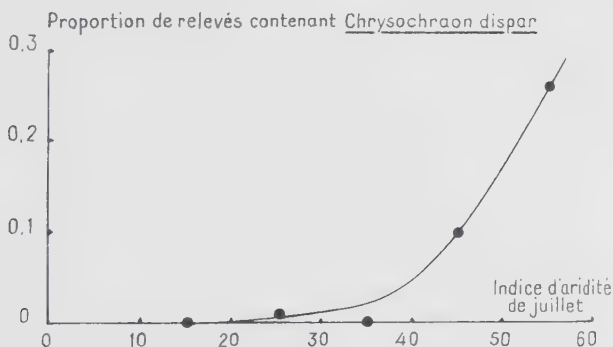


FIG. 113. — Variation de la fréquence de *Chrysochraon dispar* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la croissance rapide et régulière de la courbe indique une espèce *hygrophile*.

plaire trouvé là était un unique mâle; de plus, le terrain y était particulièrement humide — prairie à *Carex* avec *Parnassia palustris* — et l'altitude, de 1 600 m, la plus élevée où ait été capturé *Chrysochraon dispar*.

Il semble donc que cette espèce puisse parfaitement subsister dans des régions plus sèches, d'indice d'aridité inférieur à 40 pour juillet.

Mais alors, il lui faut des microclimats très spéciaux et probablement très dispersés : prairies d'autant plus humides que la sécheresse générale du climat de la région serait plus grande, ou forêts, comme dans les environs de Paris, entretenant une atmosphère locale plus humide. L'espèce ne se maintiendrait dans ces petites surfaces qu'à titre de relique d'une époque antérieure où le climat plus humide aurait permis l'extension plus grande de l'aire de répartition de *Chrysochraon dispar*. Moins sensible au microclimat — et d'ailleurs moins hygrophile que *Mecostethus grossus* —, cette espèce arrive cependant à compenser en partie par celui-ci la sécheresse trop grande du climat général de la région.

Influence de la température.

Pour comparer les relevés d'altitude différente, on utilisera comme d'habitude les températures ramenées au niveau de la mer; les relevés sont divisés en 5 classes de degré en degré, et on examine dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Chrysochraon dispar*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. dispar</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. dispar</i>
Entre 20 et 21°.....	39	9	0,24
21 et 22°.....	9	2	0,22
22 et 23°.....	94	7	0,07
23 et 24°.....	129	1	0,01
24 et 25°.....	24	0	0

La courbe correspondante marque une décroissance très régulière de la fréquence de l'espèce à mesure que la température de la région augmente (fig. 114); mais il est probable qu'il y a là une forte influence de l'humidité très élevée des régions des Alpes les plus froides, s'ajoutant à celle de la température. En raison du très petit nombre des captures de régions chaudes, il est impossible de tracer des courbes différentielles exprimant la densité en fonction de l'altitude pour les régions les plus froides et les plus chaudes. Par contre, on peut tracer une courbe globale de densité en fonction de l'altitude, réunissant tous les relevés contenant *Chrysochraon dispar*, en raison de leur assez grande homogénéité de conditions (fig. 115).

Cette courbe débute par un palier voisin de 0,05 par m² et baisse ensuite très rapidement à partir de 1 200 m d'altitude environ pour s'annuler vers 1 600 m. Il est clair que *Chrysochraon dispar* est une espèce habitant normalement la plaine et qui ne peut s'aventurer en

montagne qu'à de faibles altitudes (1 600 m correspond à l'unique capture de Saint-Sorlin-d'Arves).

Il faut évidemment chercher l'origine de la limitation altitudinale

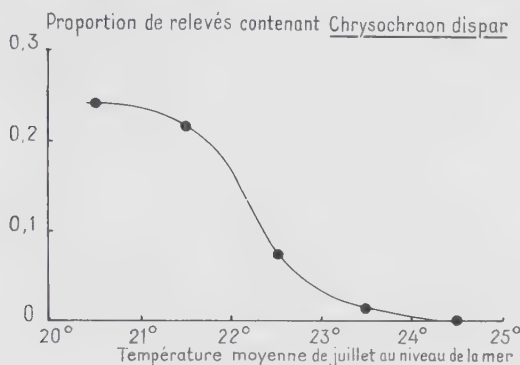


FIG. 114. — Variation de la fréquence de *Chrysochraon dispar* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; la décroissance rapide et régulière de la courbe indique une espèce thermophobe, mais l'hygrophilie de l'espèce intervient probablement pour renforcer ce caractère.

dans la température trop basse, et ceci amène à rechercher les températures vraies de juillet auxquelles correspond chaque relevé.

Les températures vraies pour chaque relevé s'étagent entre 17 et 12°5

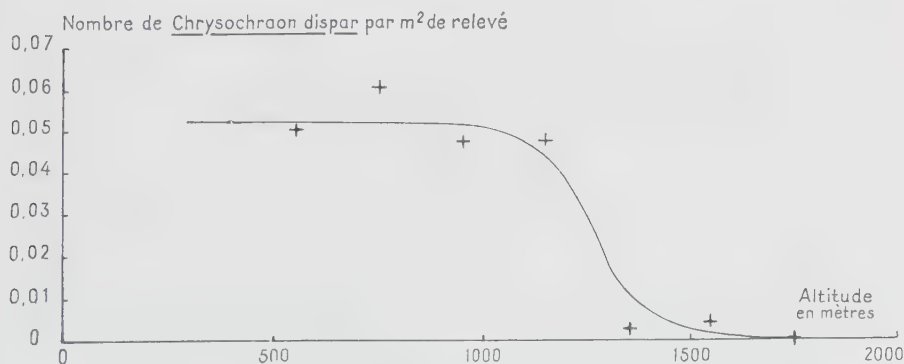


FIG. 115. — Variation de la densité de *Chrysochraon dispar* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises; cette espèce de plaine ne pénètre pas très haut en montagne.

et l'on est amené avec vraisemblance à prendre comme limite inférieure de température vraie de juillet pour *Chrysochraon dispar* la valeur de 12° environ, ce qui l'empêche de monter beaucoup en altitude, surtout si l'on considère que les régions les plus humides des Alpes qu'il fréquente à peu près exclusivement sont aussi les plus

froides. On ne peut, d'après les seuls relevés de montagne, fixer la limite supérieure de température de l'espèce, mais si l'on considère qu'elle vit dans la moitié septentrionale de la France, en particulier aux environs de Paris, avec une moyenne de juillet de 18 ou 19° et pratiquement pas dans le Sud, il est assez probable que l'espèce vit entre 12 et 20°. *Chysochraon dispar* est donc *sténotherme*, et préférant une température moyenne plutôt faible.

Conclusion.

Très nettement *hygrophile*, sauf cas particulier de microclimats très spéciaux (prairies humides, forêts), et *sténotherme*, recherchant la fraîcheur, *Chrysochraon dispar* doit être à peu près limité au Sud en France et en Europe par l'isotherme de juillet 20°, ce qui exclut pour lui doublement un habitat dans les pays méditerranéens; par contre, il doit pouvoir habiter une très grande partie de l'Europe septentrionale et de l'Asie — surtout la Sibérie —, ce qui s'accorde parfaitement avec ce qu'on sait de sa répartition et rend son origine angarienne tout à fait sûre.

Euthystira brachyptera.

Euthystira brachyptera est une espèce remarquable par son dimorphisme sexuel; le mâle est beaucoup plus petit que la femelle (13 à 17 mm contre 18 à 26 mm), sa plaque sous-génitale très longue et pointue permet de le reconnaître facilement, ainsi que les très longues valves de l'oviscapte de la femelle; le brachyptérisme des deux sexes est très important. L'espèce présente une teinte générale d'un vert vif.

La forme *homoptera* est macroptère; elle existe chez les deux sexes, mais les relevés effectués dans les Alpes françaises n'en ont montré jusqu'ici que chez les femelles. Une étude plus complète de cette forme sera faite dans la troisième partie de cet ouvrage.

C'est une espèce assez abondante, surtout dans les microclimats froids et humides, principalement les prairies. On la trouve dans une grande partie des Alpes françaises, surtout les Alpes du Nord (fig. 116), ainsi que dans les Pyrénées, le Massif Central, le Jura et les Vosges, jusque dans le Morvan et la Nièvre, à des altitudes assez faibles; toutefois, elle fréquente presque uniquement les régions montagneuses. On la trouve aussi dans de nombreux massifs européens et en Sibérie.

Elle a été trouvée dans 64 relevés des Alpes françaises sur 300 envi-

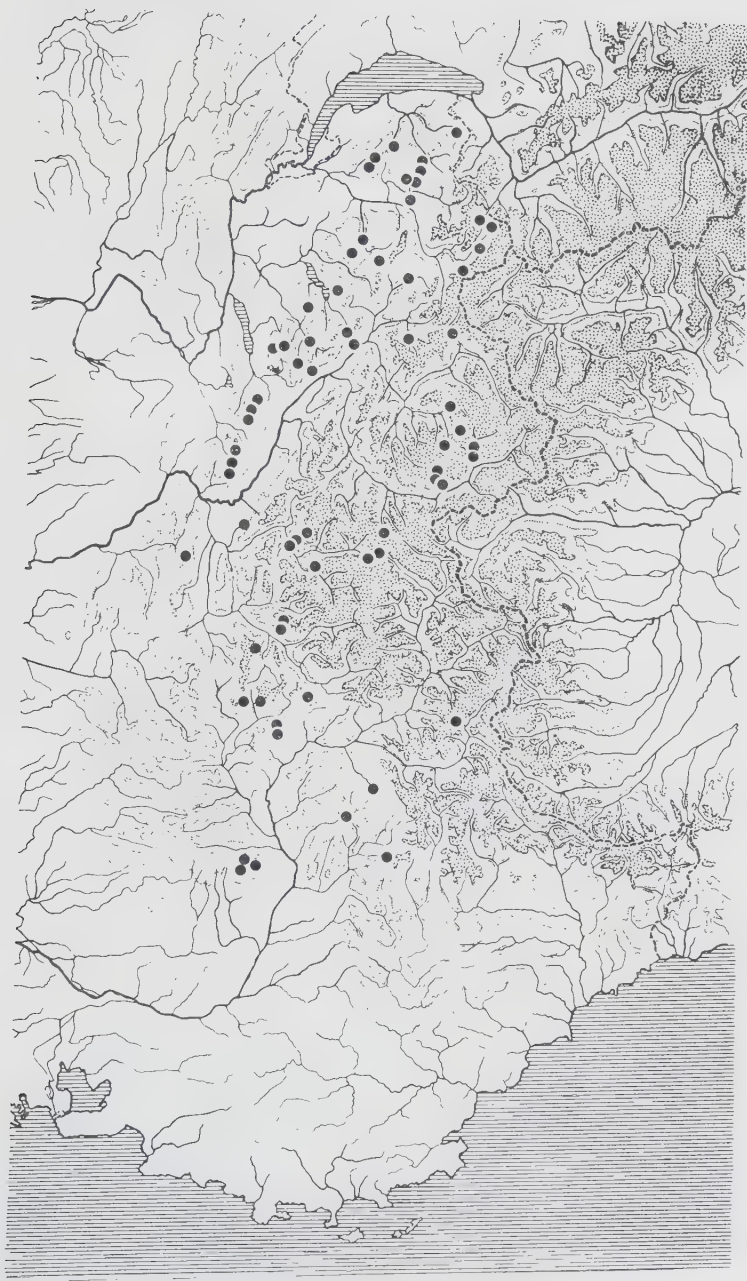


FIG. 116. — Emplacement des relevés contenant *Euthystira brachyptera*; on remarquera sa fréquence bien moindre dans les Alpes méridionales.

ron, et très souvent avec une densité forte; ceci montre qu'il s'agit d'une espèce importante, constituant fréquent et abondant des populations montagnardes d'Orthoptères. Il en a été récolté 528 exemplaires sur 20 000 échantillons d'Orthoptères, soit près de 3 % du total.

Influence de l'humidité.

Etudions maintenant l'action de l'humidité sur la répartition d'*Euthystira brachyptera*, par l'intermédiaire de l'indice d'aridité.

Tous les relevés sont répartis en classes d'indice d'aridité variant de 10 en 10, de 10 à 60; en examinant dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Euthystira brachyptera*, on obtient les résultats suivants :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Euth. brachyptera</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Euth. brachyptera</i>
Entre 10 et 20.....	38	3	0,08
20 et 30.....	117	16	0,13
30 et 40.....	20	3	0,15
40 et 50.....	80	26	0,32
50 et 60.....	38	16	0,42

Ce tableau montre clairement la grande préférence de cette espèce pour les lieux humides, dans une proportion de 5 à 1 par rapport aux lieux les plus secs. La courbe obtenue en portant en abscisses les indices d'aridité, en ordonnées la proportion de relevés contenant *Euthystira brachyptera* est régulière, mettant en valeur la sûreté de ce résultat (fig. 117).

Examinons maintenant la *densité* de l'espèce en fonction de l'indice d'aridité; on tracera pour cela deux courbes correspondant aux indices d'aridité de juillet compris entre 10 et 30 (lieux secs) et entre 40 et 60 (lieux humides); il n'y a en effet que 3 relevés contenant *Euthystira brachyptera* effectués dans des lieux d'indice d'aridité compris de 30 à 40, ce qui ne donne que des renseignements insuffisants pour tracer une courbe. Ces courbes seront tracées en portant en fonction de l'altitude le nombre d'*Euthystira* par mètre carré de surface de relevé. On obtient ainsi une répartition altitudinale de la densité de l'espèce pour les lieux les plus secs et les plus humides (fig. 118).

Le résultat est formé de deux courbes de maximum voisin de 1 000 m — celui des lieux secs ayant lieu à une altitude un peu supérieure. Vers les altitudes élevées, la décroissance est lente et régulière jusqu'à ce que la densité s'annule pour les deux courbes vers 2 400 m d'altitude. Au contraire, quand on s'abaisse, la densité tombe brus-

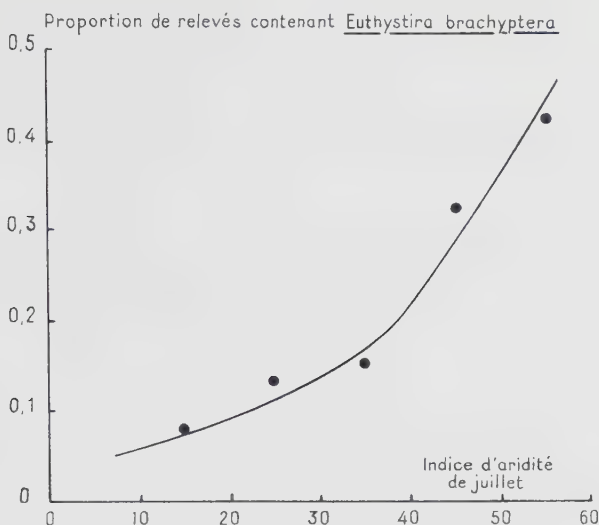


FIG. 117. — Variation de la fréquence d'*Euthystira brachyptera* en fonction de l'indice d'aridité de juillet. La croissance rapide et régulière de la courbe indique une espèce *hygrophile*.

quement du maximum à une densité très faible, complètement nulle vers 500 m. Le maximum de densité est inférieur à 0,1 par m² pour les lieux secs, à 0,3 par m² pour les lieux humides.

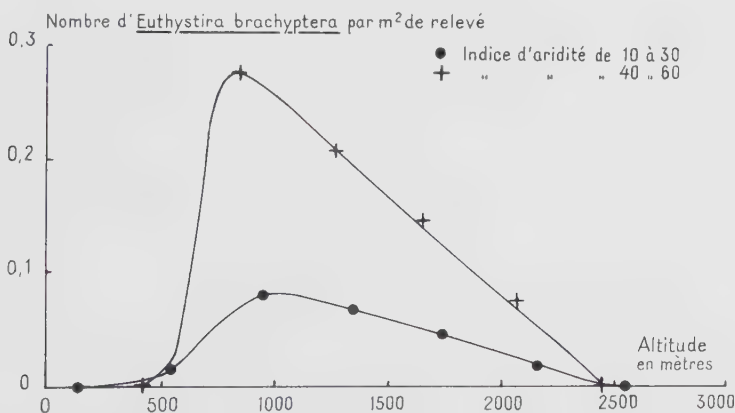


FIG. 118. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Euthystira brachyptera* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec). L'*hygrophilie* de l'espèce est confirmée.

Les résultats précédents sont donc confirmés par le fait qu'un milieu humide favorise non seulement la présence de l'espèce, mais encore une densité plus élevée, montrant bien son caractère *hygrophile*.

Influence de la température.

L'action de la température sera d'abord étudiée au point de vue de la présence ou de l'absence de l'espèce, de la même façon que pour l'indice d'aridité.

TEMPERATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Euth. brachyptera</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Euth. brachyptera</i>
Entre 20 et 21°.....	39	23	0,59
21 et 22°.....	9	4	0,44
22 et 23°.....	94	21	0,22
23 et 24°.....	129	16	0,12
24 et 25°.....	24	0	0

Ce tableau montre d'une façon très nette qu'*Euthystira brachyptera* ne supporte pas la chaleur et recherche au contraire des températures assez basses. La courbe obtenue en portant en abscisses la température moyenne de juillet au niveau de la mer, en ordonnées la proportion de relevés contenant l'espèce, est très régulière et très proche d'une droite, ce qui rend ce résultat digne de confiance (fig. 119).

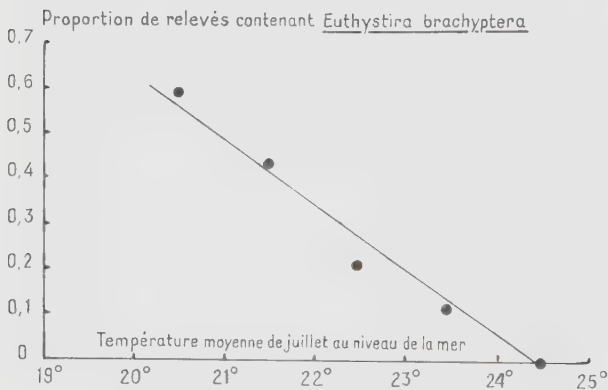


FIG. 119.

Variation de la fréquence d'*Euthystira brachyptera* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer. L'espèce préfère les climats froids.

La répartition altitudinale de la densité des populations se fera ici en deux courbes — relevés de 20 à 22° et de 22 à 24° — par suite de l'absence d'*Euthystira brachyptera* dans les relevés de 24 à 25° (fig. 120). On obtient deux courbes voisines de courbes en cloche, ayant à peu près le même étalement en altitude; mais celle des climats chauds a son maximum vers 1 400 m et atteignant à peine 0,1 par m², alors que celle des climats froids a le sien vers 1 000 m d'altitude et dépassant 0,5 par m². La différence d'altitude des deux maxima, de 400 m, correspond à une différence approximative de température de

$4 \times 0,6^\circ = 2,4^\circ \text{ C}$, très voisine de la différence des moyennes de température des deux groupes de relevés : 21 et 23° , soit 2° C ; l'optimum de l'espèce est donc très bien défini et voisin de 15° .

Dans le domaine des hautes altitudes, il semble bien que l'espèce ne puisse guère monter au-dessus de $2\,000 \text{ m}$ dans la zone froide, $2\,300 \text{ m}$ dans la zone plus chaude, soit supporter un minimum de 9° environ pour la moyenne de juillet.

Quant à l'altitude minimum à laquelle l'insecte peut descendre, il semble qu'elle soit inférieure à 600 m dans tous les cas; mais il se trouve alors confiné dans des microclimats favorables, souvent très

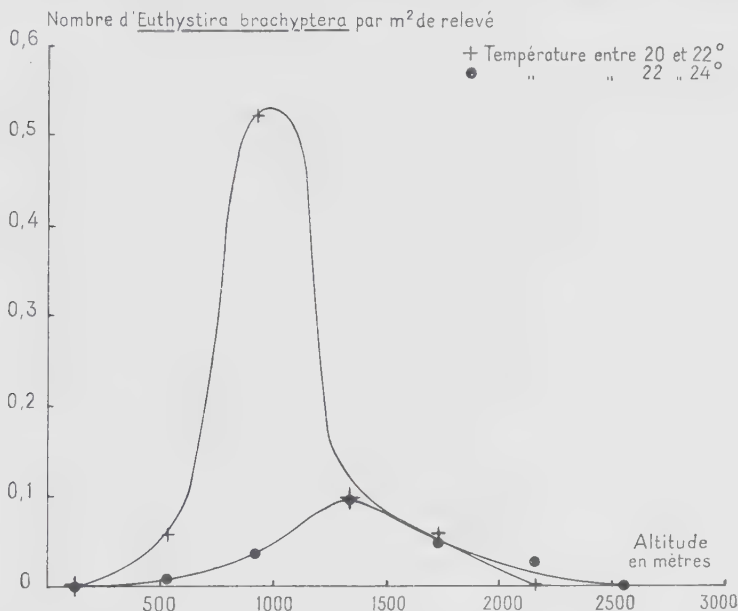


FIG. 120. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Euthystira brachyptera* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer). Elles confirment la préférence de l'espèce pour les climats froids.

restreints, parfois étendus; le meilleur exemple de ces derniers est le flanc septentrional de la montagne de Lure, extrêmement abrupt, fort peu ensoleillé, et qui forme un îlot humide et froid au milieu de toute une région bien plus chaude et sèche; *Euthystira brachyptera* y descend, de façon très exceptionnelle dans ce pays jusqu'à 800 m .

A une altitude de 600 m , dans un domaine où la température moyenne au niveau de la mer est de 21° , la température vraie est de 17° ; l'espèce peut d'ailleurs supporter des températures moyennes vraies encore plus chaudes, entre 18 et 19° ; mais dans des microclimats favorables plus humides, plus ombragés donc plus frais en réalité.

Résultats écologiques.

Grâce aux études précédentes, nous pouvons souligner les principaux caractères écologiques d'*Euthystira brachyptera* : la recherche d'un climat *froid et humide*. Son caractère hygrophile est particulièrement marqué sans être toutefois absolu. Il n'en reste pas moins vrai qu'il abonde surtout dans toute la zone subalpine, le massif du Mont Blanc et la Vanoise, endroits les plus humides des Alpes. Les Vosges et le Jura, d'indice d'aridité supérieur à 40, lui sont aussi favorables; le Massif Central, les Pyrénées, d'indice d'aridité entre 30 et 40, peuvent aussi l'abriter, mais moins fréquemment à coup sûr.

Certaines régions de la Haute Normandie et du Boulonnais, dont l'indice d'aridité de juillet est compris entre 30 et 40, et la température moyenne de juillet inférieure à 17°, sembleraient pouvoir abriter cette espèce. Il est à penser que si elle y était introduite à partir des montagnes, en franchissant tout le Bassin Parisien qui ne lui est pas favorable, elle s'y maintiendrait quelque temps; mais le manque de réservoir naturel que constitueraient de hautes montagnes à proximité faisant défaut, des années trop chaudes la feraient probablement disparaître; alors qu'au pied des montagnes, dans les localités exceptionnellement basses que nous avons signalées, le repeuplement s'effectue de lui-même après une année défavorable.

Peut-être un autre facteur intervient-il en réalité pour confiner cette espèce dans les zones montagnardes, mais il reste du domaine de l'hypothèse. Telle qu'elle est mise en évidence, l'écologie d'*Euthystira brachyptera* s'accorde bien avec sa distribution qui est nettement celle d'une espèce angarienne.

Stenobothrus lineatus.

C'est la plus commune des espèces françaises du genre *Stenobothrus*, différent du genre *Omocestus* par un seul caractère principal, la présence d'une dent importante à chacune des valves de l'oviscapte.

Elle est de taille moyenne, 16 à 18 mm pour le mâle, 21 à 24 mm pour la femelle; le dimorphisme sexuel est peu accentué; la teinte générale est verte avec des taches de différentes couleurs, mais *Stenobothrus lineatus*, comme bien des espèces voisines, présente plusieurs variations de coloration, étudiées principalement par FRUHS-TORFER (1921), dont certaines au moins doivent présenter un caractère héréditaire.

C'est une espèce qui semble exister partout en France et dont la distribution, très large, s'étend sur l'ensemble de l'Europe et en Asie.

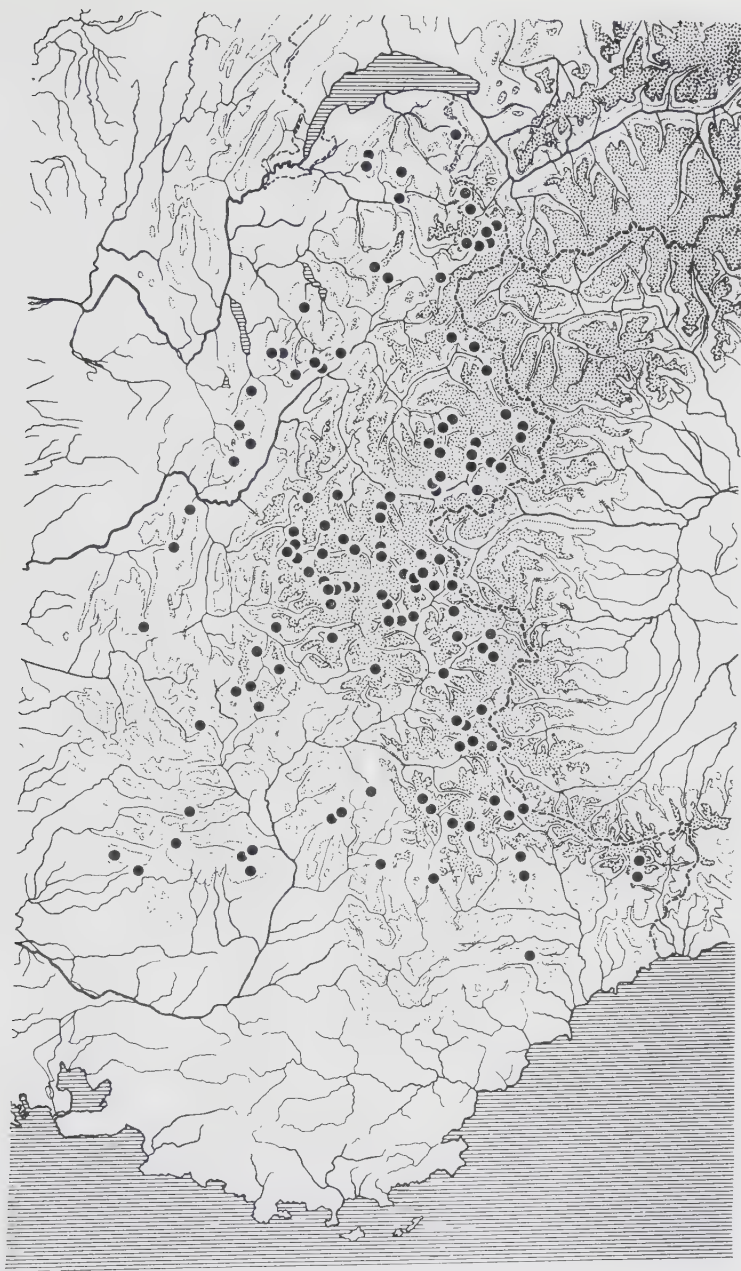


FIG. 121. — Emplacement des relevés contenant *Stenobothrus lineatus*.

Elle ne semble pas avoir d'habitat particulier, mais son absence des bois un peu épais indique la nécessité pour elle d'une insolation suffisante.

Sa répartition géographique exacte n'a pas été bien analysée et CHOPARD (1951) ne fait qu'indiquer sa présence en montagne jusque vers 1 500 m. En fait, sur l'ensemble de près de 300 relevés effectués dans les Alpes françaises, cette espèce a été trouvée dans 129 d'entre eux, c'est-à-dire près de la moitié (fig. 121), et souvent avec des densités importantes. Il s'agit donc d'un composant fréquent et abondant des populations d'Orthoptères de ces régions.

La vaste répartition géographique de *Stenobothrus lineatus*, existant dans toute la France et souvent aussi présent en montagne avec des densités importantes, évoque immédiatement l'idée d'une espèce très robuste, s'adaptant bien à d'importantes variations d'humidité et de température. L'étude qui suit permettra de préciser ces notions.

Signalons encore qu'il a été récolté plus de 1 000 *Stenobothrus lineatus* sur 20 000 Orthoptères, soit environ 5 % ; c'est donc une des espèces les plus abondantes dans les Alpes françaises.

Influence de l'humidité.

L'action de l'humidité sur la répartition de *Stenobothrus lineatus* est étudiée, comme d'habitude, par l'intermédiaire de l'indice d'aridité.

Les relevés sont répartis en classes d'indice d'aridité variant de 10 en 10 depuis 10 jusqu'à 60 et on examine, dans chaque classe, la proportion de relevés contenant *Stenobothrus lineatus*; on obtient :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. lineatus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. lineatus</i>
Entre 10 et 20.....	38	17	0,45
20 et 30.....	118	61	0,52
30 et 40.....	20	12	0,60
40 et 50.....	80	25	0,31
50 et 60.....	38	14	0,37

Cette proportion est variable de 30 à 60 %, mais ne manifeste aucune forme nette de variation (fig. 122); tout au plus peut-on remarquer une certaine préférence moyenne de l'espèce pour les lieux plus secs; mais il n'y a là rien de comparable à ce que l'on observe par exemple chez *Podisma alpina* ou *Myrmeleotettix maculatus*. Il semble bien que *Stenobothrus lineatus* soit une espèce fort insensible à l'humidité plus ou moins grande, car sa présence n'en dépend guère.

Pour obtenir d'autres renseignements, étudions la répartition de la densité de *Stenobothrus lineatus* en fonction de l'altitude. On tracera deux courbes séparées (relevés d'indice d'aridité de 40 à 60 et de

10 à 30) en portant l'altitude en abscisses et la moyenne du nombre de *St. lineatus* au mètre carré en ordonnées (fig. 123).

Ces deux courbes ont une allure analogue, en forme d'S inversé,

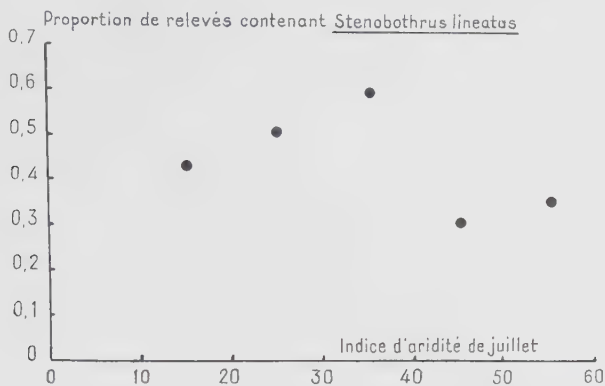


FIG. 122. — Variation de la fréquence de *Stenobothrus lineatus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet.

commençant par un palier aux faibles altitudes, baissant peu à peu et s'annulant à 2 500 m environ; la seule différence est la valeur du palier, la densité dépassant un peu en plaine 0,1 par m² pour les

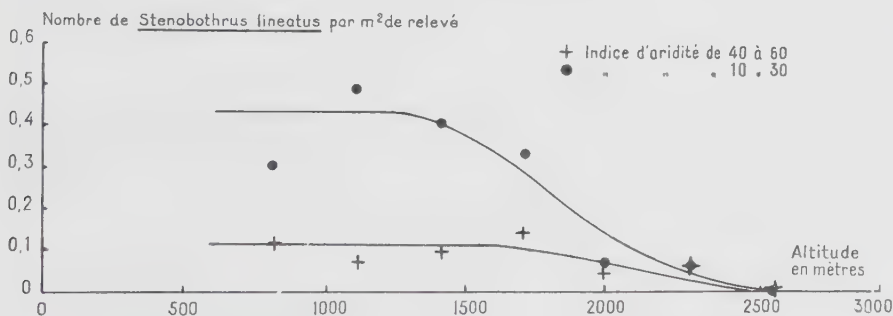


FIG. 123. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Stenobothrus lineatus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec). L'espèce semble plutôt *xérophile*.

lieux humides, et 0,4 par m² pour les lieux secs; les deux courbes sont à peu près confondues au-dessus de 2 000 m.

On s'aperçoit en conséquence que si la sécheresse n'a qu'une faible influence sur la fréquence ou l'absence de cet insecte, elle favorise au contraire nettement l'augmentation de densité des populations aux basses altitudes.

Influence de la température.

Etudions de la même façon l'action de la température sur la répartition de *Stenobothrus lineatus*, et tout d'abord par la proportion des relevés contenant cette espèce dans chacune des catégories définies par la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. lineatus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. lineatus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	15	0,38
21 et 22°.....	9	4	0,44
22 et 23°.....	94	41	0,44
23 et 24°.....	129	57	0,44
24 et 25°.....	24	11	0,46

Ce tableau indique une légère influence de la température, son augmentation favorisant un peu l'espèce; mais cette influence est très discrète et si l'on construit la courbe des proportions en fonction de la température, elle est très proche d'une droite horizontale (fig. 124).

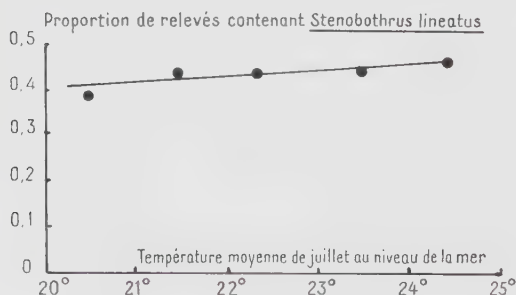


FIG. 124.

Variation de la fréquence de *Stenobothrus lineatus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

En second lieu, l'étude de la densité de *Stenobothrus lineatus* en fonction de l'altitude a été faite pour 2 groupes de relevés; l'un pour laquelle la température moyenne de juillet au niveau de la mer est comprise entre 20 et 22°, l'autre entre 23 et 25° (fig. 125). Les résultats sont analogues à ceux obtenus pour l'action de l'humidité : deux courbes débutant en palier puis baissant peu à peu jusqu'à l'axe des altitudes. La courbe des régions froides commence par un palier de valeur approximative 0,15 *St. lineatus* par m² en moyenne, baissant déjà vers 1 000 m, et la densité s'annule pour 1 800 m d'altitude environ; la courbe des régions chaudes part d'une densité de 0,4 par m² environ et s'abaisse progressivement de 1 000 m à 2 400 m, altitude

à laquelle la densité s'annule. Ces deux altitudes de disparition (1 800 et 2 400 m) correspondent toutes deux à une température moyenne *vraie* de juillet de 9 à 10° C et sont tout à fait compatibles.

Stenobothrus lineatus ne peut donc supporter une température moyenne de juillet inférieure à 9° C. Les températures élevées sont nettement favorables à l'augmentation de densité des populations, et les températures basses s'opposent à la pullulation de l'espèce. Mais celle-ci est résistante au climat froid qui ne peut la faire disparaître complètement et ne fait que diminuer sa densité moyenne.

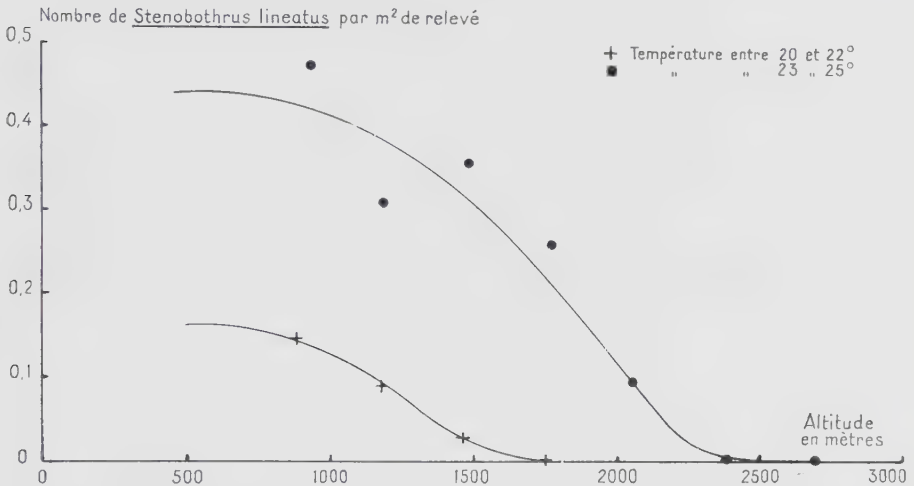


FIG. 125. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Stenobothrus lineatus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud, les températures étant ramenées au niveau de la mer). L'espèce est plus abondante dans un climat chaud.

Orientation.

L'orientation approximative de chaque relevé a été estimée et voici les résultats pour tous ceux qui contiennent *Stenobothrus lineatus* :

NW : 3; N : 10; NE : 3; W : 18; E : 15; SW : 14; S : 34; SE : 13; sans orientation nette : 20.

On constate une forte préférence pour l'orientation méridionale ou voisine (61 relevés) en opposition avec l'orientation septentrionale (16 relevés). Aucune différence marquée entre l'Est (31 relevés) et l'Ouest (35 relevés).

Il est probable que cette préférence est en fait liée au caractère légèrement thermophile et xérophile de cette espèce, et il est assez vain de penser que l'orientation puisse être un facteur agissant spécifiquement.

Résultats écologiques.

Stenobothrus lineatus est une espèce robuste, qui peut s'accommoder de presque toutes les conditions de milieu qui existent en France; un seul facteur limitant est nettement mis en évidence : la température moyenne vraie de juillet qui doit être supérieure à 9° C, ce qui lui interdit la très haute montagne à partir d'une altitude d'autant plus faible que le climat de la région est plus froid; il n'est pas rare de le voir s'approcher de 2 500 m dans les Alpes du Sud, mais par contre, dans les Alpes du Nord, il reste confiné bien au-dessous de 2 000 m.

Les populations de *Stenobothrus lineatus* sont toujours beaucoup plus denses (environ 3 fois) dans les régions plus chaudes et plus sèches, mais elle ne disparaît pas pour autant des zones froides et humides où elle est tout aussi fréquente dans les relevés, bien que moins abondante. C'est donc une espèce à préférences nettes, thermophile et hygrophobe, mais d'une grande souplesse écologique qui lui permet d'exister partout.

Résultat intéressant bien que négatif : l'humidité ne semble avoir aucune répercussion sur sa limite altitudinale supérieure.

Conclusion.

Cette robuste espèce de plaine, existant partout en France — et largement répandue en Europe et en Asie —, possède des caractères écologiques assez souples pour lui permettre de coloniser les prairies de montagne où elle n'est arrêtée que par la température trop basse de l'été. Sa distribution est celle d'une espèce angarienne, mais parmi celles-ci c'est une des plus indifférentes aux conditions du milieu.

Stenobothrus nigromaculatus.

Cette espèce, appartenant au grand genre *Stenobothrus*, ressemble au banal *Stenobothrus lineatus* et en diffère principalement par les élytres moins longs, surtout chez la femelle où ils n'atteignent pas l'extrémité abdominale, et par des caractères de nervulation; la coloration présente les mêmes variétés que chez cette espèce, mais elles ont été moins étudiées en raison de la plus grande rareté de *Stenobothrus nigromaculatus*. La taille est moyenne : 15 à 18 mm chez le mâle, 19 à 24 mm chez la femelle.

Cet Orthoptère n'est pas très banal dans les Alpes françaises : il a été trouvé dans 29 relevés sur 295, soit moins de 1 sur 10. Le nombre total de *Stenobothrus nigromaculatus* prélevés a été de 310

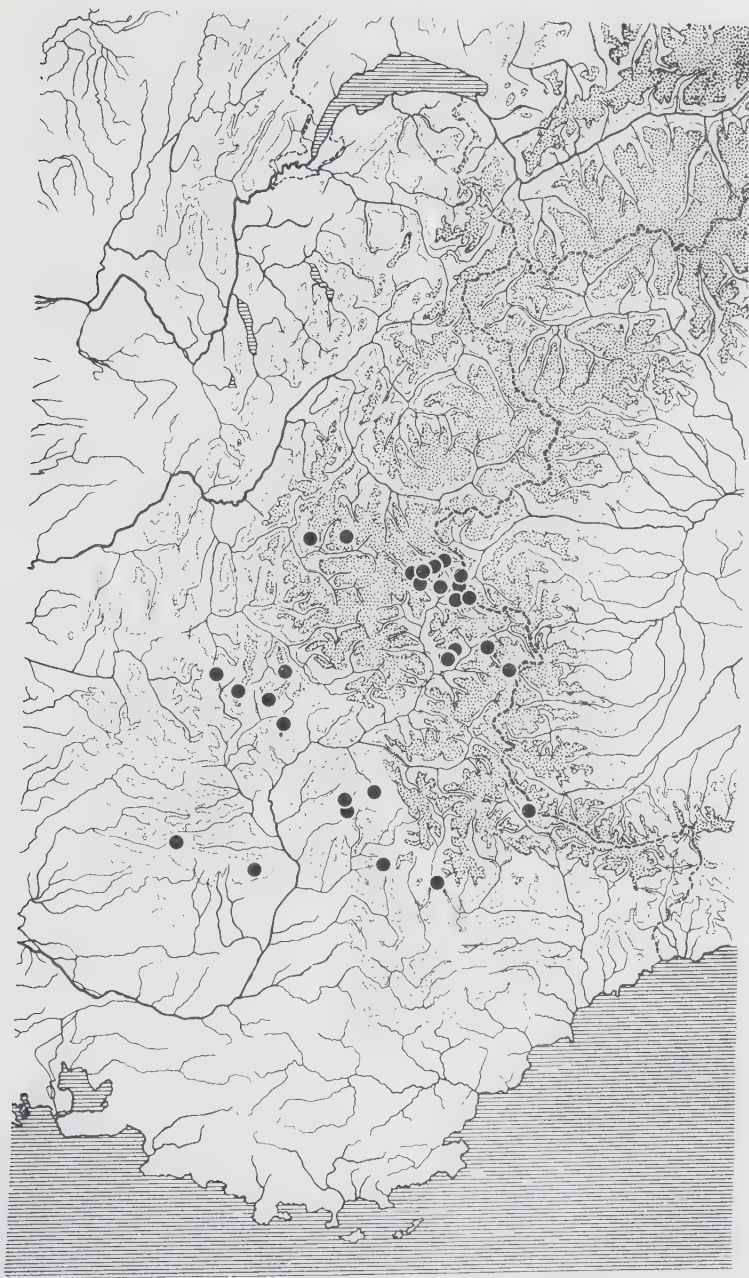


FIG. 126. — Emplacement des relevés contenant *Stenobothrus nigromaculatus*; l'espèce est à peu près absente des Alpes du Nord.

sur une vingtaine de milliers d'insectes environ, soit à peu près 1,5 % des récoltes. Dans bon nombre de relevés son pourcentage est élevé, alors que dans beaucoup d'autres il est très faible.

C'est une espèce qui est pratiquement limitée aux Alpes du Sud, au sens où on l'entend d'habitude; et dans ce domaine elle est particulièrement répandue dans le Briançonnais et le Queyras; elle existe à peu près partout également du col de la Croix-Haute aux Alpes-Maritimes, mais semble manquer au Mont Ventoux dont la faune est plus pauvre que celle de la montagne de Lure, pourtant très voisine, et où elle se trouve présente. Dans les Alpes du Nord, elle n'a été trouvée que dans trois relevés : l'un dans la montagne d'Aurouze, déjà très méridionale, les deux autres dans la région des Aiguilles d'Arves et dans les Grandes-Rousses, à vrai dire au sud de ces pays et fort proches de la limite des Alpes du Sud, qui semble bien près d'être pour *Stenobothrus nigromaculatus* une barrière naturelle (fig. 126).

En dehors des Alpes, elle habite en France les régions montagneuses (Pyrénées, Sud du Massif Central) et aussi la partie NW (Bassin Parisien, Normandie, Mayenne). En dehors de France, cette espèce est répandue dans une grande partie de la zone paléarctique.

Influence de l'humidité.

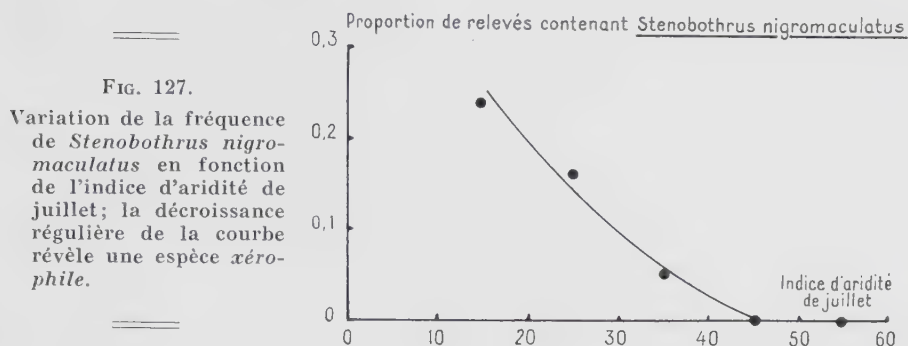
Son étude est faite par l'intermédiaire de l'indice d'aridité de DE MARTONNE. Tous les relevés ont été classés en catégories d'indice d'aridité de juillet variant de 10 en 10 et, dans chacune de ces catégories, on examine la proportion de relevés qui contiennent *Stenobothrus nigromaculatus*. On obtient ainsi le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT
		<i>St. nigromaculatus</i>	<i>St. nigromaculatus</i>
Entre 10 et 20.....	39	9	0,23
20 et 30.....	117	19	0,16
30 et 40.....	20	1	0,05
40 et 50.....	80	0	0
50 et 60.....	39	0	0

L'examen de ce tableau montre immédiatement que l'espèce est grandement favorisée par un climat sec et réclame de façon impérative un indice d'aridité inférieur à 40 et même probablement pas supérieur à 30, l'unique relevé en contenant dans cette classe étant fait au col de la Croix-Haute, très proche de la courbe limite d'indice d'aridité 30 et ne contenant d'ailleurs qu'un individu de *Stenobothrus nigromaculatus*. On peut raisonnablement assigner comme limite à cette espèce un indice d'aridité de 30, ce qui en fait une espèce

fort xérophile. La courbe correspondante est régulière (fig. 127).

Il n'est pas possible de faire de courbes différentielles exprimant la densité de l'espèce en fonction de l'altitude, pour les climats les plus humides, puisqu'elle n'y pénètre même pas. Celle construite



pour les climats secs contiendra toutes les captures de *Stenobothrus nigromaculatus* faites dans les Alpes (fig. 128). Elle croît régulièrement de 1 000 à 2 000 m, jusqu'à une densité de 0,3 par m² de surface

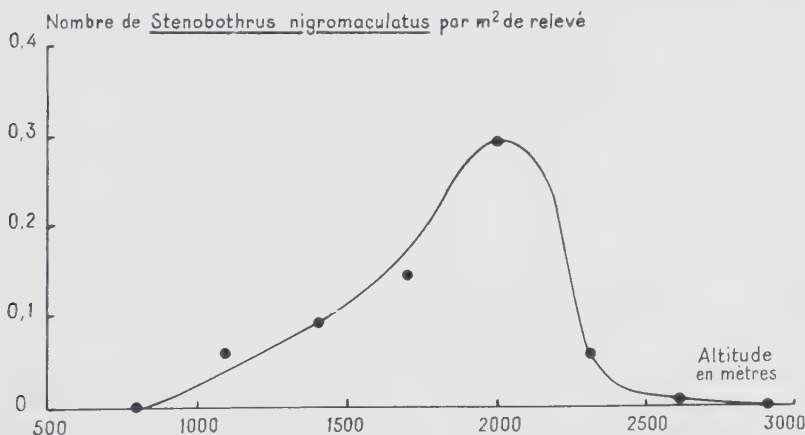


FIG. 128. — Variation de la densité de *Stenobothrus nigromaculatus* en fonction de l'altitude, pour les régions des Alpes françaises de climat sec. L'espèce ne fréquente pas les climats humides ou moyens.

explorée — rapportée uniquement aux surfaces des Alpes d'indice d'aridité inférieur à 40 —, puis décroît brutalement et s'annule vers 2 500 m d'altitude. Dans les Alpes françaises, il s'agit donc strictement d'une espèce *montagnarde*, ne descendant absolument pas dans les basses vallées et dans la plaine.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer les relevés d'altitudes différentes, on utilisera la température ramenée au niveau de la mer. Tous les relevés se répartissent à nouveau en 5 classes différentes, de degré en degré, et dans chacune on calcule la proportion de relevés qui contiennent *Stenobothrus nigromaculatus*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. nigromaculatus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. nigromaculatus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	0	0
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	6	0,06
23 et 24°.....	129	21	0,16
24 et 25°.....	24	2	0,08

Ce tableau semble indiquer que *Stenobothrus nigromaculatus* préfère les lieux plus chauds; en fait, cette façon de voir est certainement erronée, car une forte corrélation existe dans les Alpes françaises entre les lieux froids et humides; il semble bien que la *xérophilie* de

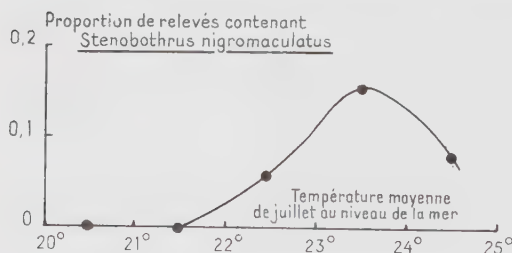


FIG. 129.

Variation de la fréquence de *Stenobothrus nigromaculatus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

l'espèce soit le facteur dominant, masquant l'action de la température, car elle n'existe pas en Vanoise, de température moyenne de juillet au niveau de la mer comprise entre 22 et 23°, mais d'indice d'aridité assez élevé — entre 30 et 40. On ne peut donc guère tirer de conclusion de ce tableau puisque les températures basses sont déjà interdites par l'indice d'aridité trop élevé (fig. 129).

Par contre, les courbes différentielles exprimant la densité de *Stenobothrus nigromaculatus* en fonction de l'altitude sont beaucoup plus instructives (fig. 130) : elles forment deux courbes en cloche très régulières, avec le même maximum (on en considère deux : relevés de 22 à 23°, relevés de 23 à 25°) vers 1 800 m; mais celle des régions

chaudes est bien plus étendue et plus haute — densité maximum proche de 0,2 au m², répartition de 1 000 à 2 500 m environ — que l'autre. On déduit de cette courbe que l'espèce vit entre des températures *vraies* de juillet de 9 à 19° C, avec un optimum très net de 14° C. Dans les régions les plus chaudes, la densité de l'espèce est plus forte, mais cela n'est-il pas dû à une humidité plus faible ?

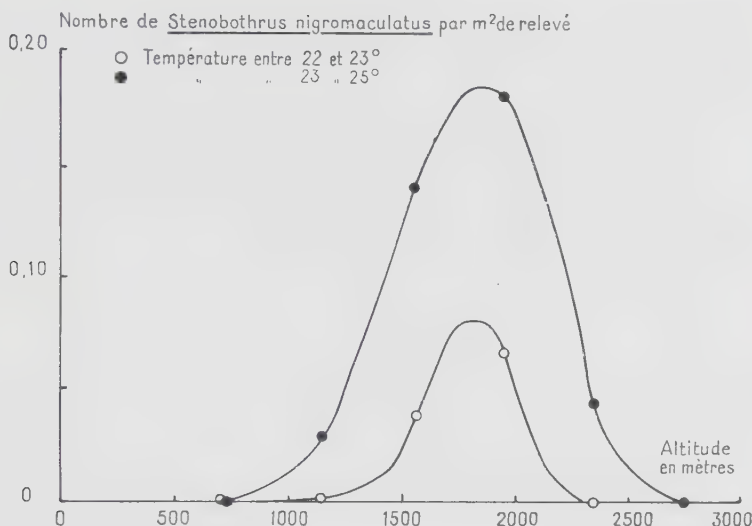


FIG. 130. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Stenobothrus nigromaculatus* en fonction de l'altitude (• climat de juillet chaud, o climat de juillet moyen, les températures étant ramenées au niveau de la mer).

Résultats écologiques.

Indice d'aridité inférieur à 30, température moyenne vraie de juillet comprise entre 9 et 19° C, voici les conditions importantes auxquelles conduit l'étude de *Stenobothrus nigromaculatus* dans les Alpes. Il est facile de constater que ces conditions expliquent la répartition de l'espèce dans la France entière.

En effet, cet Orthoptère n'est pas signalé de l'extrême Nord de la France, des Ardennes, des Vosges et du Jura, ni du Massif Central, sauf sa bordure sud. Tous ces endroits ont en effet un indice d'aridité supérieur à 30 et lui sont défavorables. De plus, il n'existe qu'en montagne dans toute la moitié méridionale de la France; la température moyenne de juillet est en effet supérieure à 19° en plaine et l'espèce ne peut y vivre; pour subsister, elle est obligée de gagner des altitudes supérieures. Evidemment, les Alpes du Nord, qui possèdent un indice d'aridité beaucoup trop élevé, ne peuvent l'abriter et *Stenobothrus nigromaculatus* n'existe que dans les Alpes du Sud, le rebord sud du Massif Central et les Pyrénées, surtout orientales.

Son absence du Mont Ventoux n'est guère explicable que par le caractère très isolé de cette montagne, à faune orthoptérique d'ailleurs pauvre, et où des circonstances défavorables auraient pu détruire cette espèce sans possibilité de repeuplement.

Conclusion.

Indice d'aridité et température moyenne de juillet se sont révélés des facteurs expliquant parfaitement à eux deux la répartition géographique en France de *Stenobothrus nigromaculatus*, espèce *xérophile*, assez *sténotherme*, d'origine vraisemblablement pontique ou angarienne. Des refroidissements du climat même peu marqués ont dû permettre le passage de son aire du Nord de la France, aux différentes aires montagneuses, très proches d'ailleurs, où elle s'est réfugiée dans le Sud.

Stenobothrus grammicus.

Stenobothrus grammicus est un représentant du grand genre *Stenobothrus*, facile à reconnaître grâce à ses palpes dont le dernier article est très foncé; sa taille est moyenne (17 mm pour le mâle, 23 à 25 mm pour la femelle). Il est brun varié de rouge; les élytres atteignent à peine l'extrémité abdominale chez la femelle, la dépassent chez les mâles.

C'est une espèce qui pénètre à peine dans le territoire alpin (fig. 131) : elle n'a été trouvée qu'au Mont Ventoux, mais elle y est abondante et a été ramassée dans 4 relevés, avec des densités dépassant 1 par m²; il lui arrive de former plus de la moitié de la population totale des Orthoptères.

En fait, *Stenobothrus grammicus* est une espèce méditerranéenne, répandue dans le Nord de l'Espagne, les Pyrénées-Orientales et la Provence, surtout dans les endroits un peu élevés : Sainte-Baume, Lubéron, etc. Son habitat est très morcelé et localisé.

Malgré le très petit nombre de relevés où cette espèce a été trouvée, il est possible d'avoir des données assez précises sur ses conditions d'existence, malgré l'impossibilité évidente des études habituelles de courbes différentielles en fonction de l'indice d'aridité ou de la température. Cependant, il n'en a été récolté que 52 individus sur 20 000 environ, soit moins de 0,3 %.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés des Alpes où a été trouvé *Stenobothrus grammicus* sont sur le Mont Ventoux, soit sur la zone d'indice d'aridité compris entre 10 et 20. Il s'agit donc certainement d'un insecte très *xérophile*, ce qui explique déjà en partie son aire de répartition très petite; il

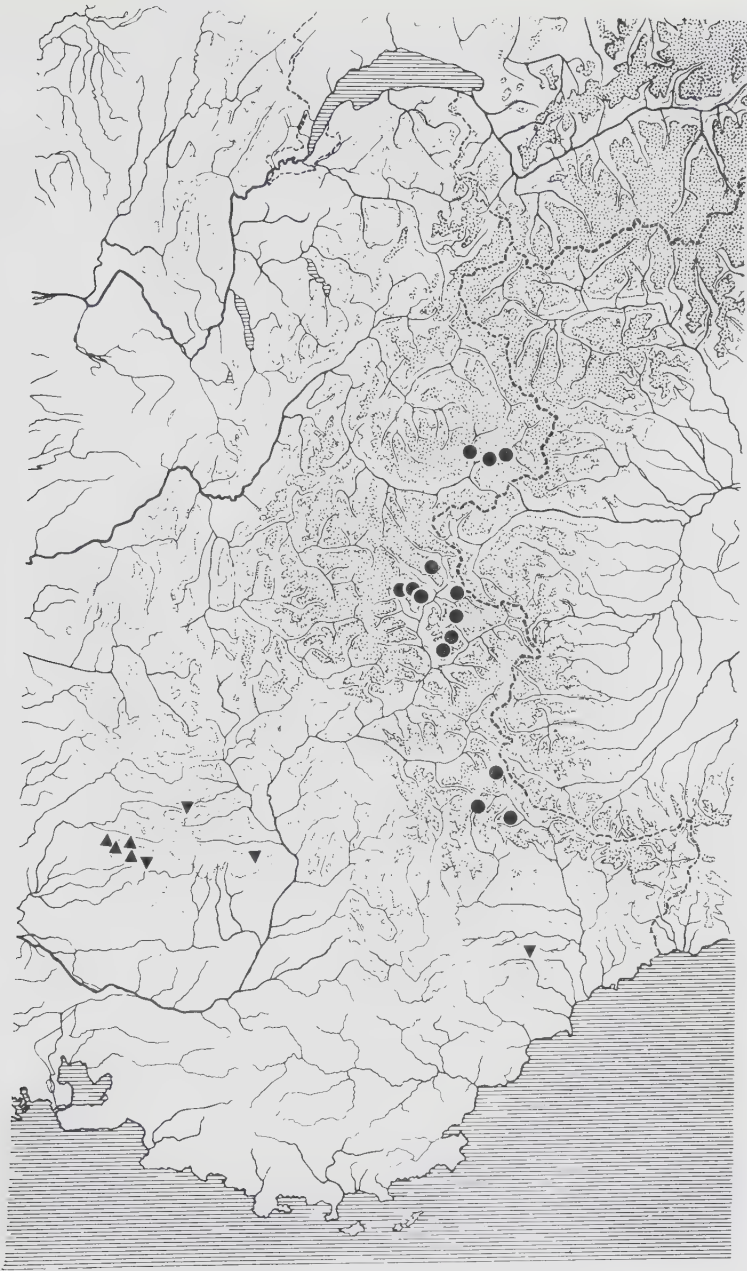


FIG. 131. — Emplacement des relevés contenant *Stenobothrus grammicus* (▲), *Stenobothrus fischeri* (▼), espèces oro-méditerranéennes, et *Crotalacris rubicundus* (•), localisé aux Alpes du Sud avec une colonie en Maurienne.

ne peut guère s'écarter du Midi méditerranéen; il pourrait cependant fréquenter aussi le Bassin Aquitain, et il ne semble pas qu'on en ait fait jusqu'ici des captures dans cette région.

Influence de la température.

Les quatre relevés du Mont Ventoux sont situés à moyenne altitude, entre 900 et 1 400 m. On peut calculer approximativement leur température moyenne de juillet : 15°, 15°5, 16 et 18°. Les renseignements sont bien insuffisants, mais il n'est pas interdit de penser que l'espèce est cantonnée entre des limites de température assez étroites de 15 à 20° C par exemple, car l'insecte ne semble guère exister dans la plaine méditerranéenne, mais préférer une certaine altitude.

Résultats écologiques.

En combinant ces deux résultats, le premier assez sûr, le second plus hypothétique, il est facile de voir qu'en France, bien rares sont les endroits assez secs dont la température moyenne de juillet ne dépasse pas 20° C. Le Bassin Aquitain, entre autres, est exclu par cette seconde condition. Il ne reste plus que des stations très disséminées, s'étendant au voisinage de toute la côte méditerranéenne et situées à une certaine altitude. C'est à peu près ce que l'on connaît de la répartition géographique de *Stenobothrus grammicus*, et il semble bien qu'on puisse l'expliquer à partir des seules données, pourtant bien maigres, de sa répartition dans les Alpes.

Conclusion.

Stenobothrus grammicus est un intrus dans la région des Alpes où il ne peut pénétrer qu'en quelques points très bien délimités. Les auteurs s'accordent pour lui reconnaître une origine espagnole ; l'espèce viendrait des montagnes de faible altitude du Nord et du Centre de l'Espagne et aurait pénétré sur le littoral français de la Méditerranée, suffisamment sec pour permettre sa propagation. Il n'est pas interdit de supposer que cette pénétration s'est faite à la faveur d'une légère baisse de température suivie d'une remontée qui aurait obligé l'espèce à se réfugier alors à faible altitude, morcelant ainsi son aire en petites stations très disséminées.

Xérophilie d'une part, sténothermie entre 15 et 20° environ d'autre part sont des caractères rarement associés chez un Orthoptère français. Comme les endroits qui répondent à ces deux conditions simultanées sont rares — en effet, en France, les régions les plus sèches possèdent en très grande partie une température moyenne de juillet plus forte —, il est fatal que l'aire de répartition de l'espèce soit très morcelée.

Toutefois, il ne faut pas se dissimuler que cette hypothèse ne rend pas entièrement compte de la distribution de *Stenobothrus grammicus*. Comment en effet expliquer son absence de la montagne de Lure alors que le Mont Ventoux est si proche et de climat très voisin ? ainsi que

des moyennes altitudes d'une grande partie des Basses-Alpes qui présente les mêmes conditions favorables ? On peut, pour y répondre, invoquer une série d'années défavorables, qui font d'autant plus facilement disparaître des colonies isolées qu'elles sont moins nombreuses et plus dispersées; l'espèce aurait donc déjà existé en ces points et s'y serait éteinte; ou bien elle existe, et une recherche forcément incomplète n'a pas permis de la découvrir; ou enfin elle n'a jamais atteint ces points, ayant été stoppée dans sa progression par le réchauffement du climat. A partir des faibles données dont on disposait en commençant cette étude, il faut considérer comme un intéressant résultat le seul fait d'avoir pu poser le problème.

Stenobothrus fischeri.

Stenobothrus fischeri est un représentant du grand genre *Stenobothrus*, assez proche de *Stenobothrus lineatus* dont il se distingue surtout par des caractères de nervulation; il présente moins de variétés de coloration que cette dernière espèce et oscille entre le vert et le brun. *Stenobothrus fischeri* est de taille moyenne (18 à 21 mm pour le mâle, 23 à 26 mm pour la femelle).

Cet Orthoptère est très rare dans les Alpes, où il n'apparaît que dans 4 relevés, avec une trentaine d'exemplaires en tout sur 20 000 échantillons, soit environ 0,15 %. Malgré ce petit nombre de captures, il est possible d'étudier au moins sommairement son écologie, car ces captures sont exclusivement confinées à l'extrême Sud des Alpes, dans des conditions de sécheresse et de température très semblables.

Sur ces 4 relevés, 3 proviennent de régions proches l'une de l'autre : Mont Ventoux, montagne de Lure et col de Perty, un peu au nord de cette dernière chaîne; le 4^e a été fait au Cheiron, au nord de Grasse, où *Stenobothrus fischeri* est assez abondant de 1 500 m d'altitude au sommet, un peu au-dessus de 1 700 m (fig. 131).

En dehors de ces captures, l'espèce est signalée des principaux plateaux calcaires du Var et des Alpes-Maritimes (plan de Caujuers, montagne de Lachens, plateau de Caussols) qui relie ces deux groupes de stations. On la trouve aussi sur le plateau de Larzac, au voisinage de Montpellier, et dans les Corbières, en somme tout autour des côtes françaises de la Méditerranée; et aussi dans les Hautes-Alpes, près de Montgenèvre, où nous n'avons pu la retrouver. Elle est enfin signalée d'Europe méridionale et d'Asie Mineure, ainsi peut-être que dans le Sud de la Russie.

On ne peut qu'être frappé par le fait que cette espèce n'a été trouvée que dans des lieux d'une certaine altitude, généralement au voisinage de 1 000 m, ainsi que par les analogies qui existent entre sa distribution et celle de *Stenobothrus grammicus*.

Influence de l'humidité.

A coup sûr, cette espèce est une des plus fortement *xérophiles* qui existent sur le territoire des Alpes. Trois des relevés où elle apparaît se trouvent dans la zone où l'indice d'aridité de juillet est le plus faible, compris entre 10 et 20, et le 4°, celui du col de Perty, situé dans la zone des indices d'aridité de 20 à 30, est très proche de la courbe des 20. On peut donc admettre que *Stenobothrus fischeri* n'admet qu'un indice d'aridité de juillet à peine supérieur à 20 (22 ou 23 peut-être) et, comme au col de Perty, dans une garrigue particulièrement sèche.

Toutes les autres stations indiquées par les auteurs, y compris celle de Montgenèvre, sont dans des régions d'indice d'aridité inférieur à 20 pour juillet; il y a donc un accord parfait avec les relevés des Alpes et on peut tenir pour acquis que c'est pour *Stenobothrus fischeri* une exigence presque absolue.

Influence de la température.

Les températures vraies des 4 relevés s'échelonnent entre 14 et 17°; l'examen des captures mentionnées par les auteurs montre que cet intervalle doit probablement être élargi vers les températures élevées, mais sans atteindre 20°. *Stenobothrus fischeri* est donc une espèce très fortement *sténotherme*, autant que des espèces de haute montagne comme *Aeropus sibiricus*, et *Aeropedellus variegatus*, mais pour des températures bien plus élevées.

Conclusion.

Ces deux facteurs réunis permettent d'expliquer la distribution singulière de *Stenobothrus fischeri*. Cette espèce, certainement d'origine méditerranéenne, ne peut guère supporter un indice d'aridité supérieur à 20, ce qui la confine autour du littoral méditerranéen et dans le Bassin Aquitain. Mais, pratiquement sur tout ce territoire, la température moyenne de juillet est largement supérieure à 20°, ce qui oblige *Stenobothrus fischeri* à se réfugier à une certaine altitude pour y retrouver des températures qui lui conviennent, dans les quelques massifs un peu élevés de Haute Provence et de l'extrême Sud des Alpes : chaînon Ventoux-Lure, plans du Var, préalpes de Grasse, certains Causses en bordure sud du Massif Central et Corbières. Les Pyrénées sont trop humides pour lui et le Bassin Aquitain trop bas et trop chaud.

Pour expliquer cette répartition très dispersée, il est raisonnable

de penser que cette espèce a dû peupler presque toute la zone méditerranéenne à une époque un peu plus froide et se trouver ensuite refoulée sur les hauteurs par le relèvement de la température. Une partie de la côte atlantique bénéficie de caractères climatiques semblables à ceux où se trouve actuellement *Stenobothrus fischeri* (indice d'aridité de juillet inférieur à 20, température inférieure à 20°), mais les conditions d'insolation y sont assez différentes et il est probable, d'autre part, que l'insecte n'a pas eu le temps de s'étendre autant vers le Nord, limité initialement aux rivages méditerranéens.

Il est naturel de rapprocher cette distribution et cette écologie de celles de *Stenobothrus grammicus*, qui sont à peu près identiques. Cette dernière espèce est probablement d'origine espagnole, car elle y est assez fréquente et ne s'étend guère vers l'Est. *Stenobothrus fischeri* est au contraire largement répandu sur les côtes de la Méditerranée, mais cette communauté de caractères écologiques suggère une communauté d'origines.

Crotalacris rubicundus.

Crotalacris rubicundus fait partie du grand genre *Stenobothrus*; des caractères particuliers des organes du vol l'ont fait séparer en un sous-genre spécial *Crotalacris*; les ailes sont très foncées, contrairement aux autres *Stenobothrus* chez lesquels elles sont à peu près transparentes; le champ discoïdal — ou médio-cubital — des élytres est très large; celles du mâle sont d'ailleurs anormalement larges dans leur ensemble; le bord apical des ailes est fortement festonné chez les deux sexes. Les élytres des femelles sont plus courts.

La teinte générale de l'insecte est brun olivâtre ou verdâtre, avec des parties rouges — abdomen, tibias postérieurs. Les mâles s'envolent souvent très haut et leur chant, très fort, permet facilement de reconnaître cette espèce que son comportement spécial ne peut guère faire confondre que de loin avec *Stauroderus scalaris*.

Crotalacris rubicundus ne se trouve en France que dans les Alpes, surtout les Alpes du Sud, et à une altitude élevée, entre 2 100 et 2 400 m, de Briançon aux Alpes-Maritimes, dans la partie interne de la chaîne. Des recherches approfondies l'ont fait retrouver au sud du massif de la Vanoise, dans la Maurienne; mais là, cette espèce vit à une altitude bien moins élevée; les trois relevés 339, 340 et 646 qui la contenaient ont été faits respectivement à 1 700, 1 300 et 1 500 m (fig. 131). On verra plus loin ce qu'il faut penser de cette anomalie. En dehors de France, cette espèce, assez répandue, se rencontre dans le centre et le SE de l'Europe.

Crotalacris rubicundus est rare, tant à cause de sa localisation géographique que de sa vie en haute montagne, sans compter d'autres

facteurs inconnus. Il n'a été trouvé que dans 14 relevés sur 300 environ, soit moins de 5 % ; mais, lorsqu'il existe, il est généralement abondant et il en a été récolté plus de 200 individus, sur 20 000 Orthoptères ramassés dans les Alpes françaises, soit 1 % ; il forme parfois jusqu'à 80 % de la population totale d'un relevé.

Répartition en altitude.

La grande différence d'altitude entre les captures de *Crotalacris rubicundus* dans les Alpes du Sud d'une part, et en Vanoise d'autre part, a déjà été signalée. On peut préciser cette répartition en traçant

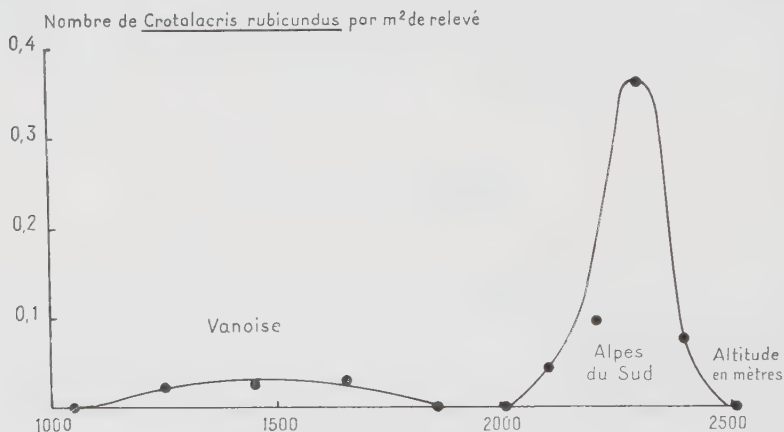


FIG. 132. — Variation de la densité de *Crotalacris rubicundus* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises; la courbe se sépare en deux branches distinctes, l'une correspondant aux Alpes du Sud, l'autre à la petite colonie de Vanoise.

la courbe exprimant, en fonction de l'altitude, le nombre d'individus au mètre carré de relevé — qu'il contienne ou non l'espèce (fig. 132).

On obtient deux courbes voisines de courbes en cloche, nettement séparées; l'une, très aplatie, de 1 100 à 1 800 m d'altitude; l'autre possède un maximum bien plus élevé — près de 0,4 au m² — vers 2 300 m et s'étend de 2 000 à 2 500 m d'altitude. Il semble donc bien que l'habitat de *Crotalacris rubicundus* soit très différent dans ces deux régions; dans les Alpes du Sud, c'est une espèce de haute montagne exclusivement, alors qu'en Vanoise elle habite une altitude moyenne. Les individus ramassés dans l'une et l'autre région sont très comparables et il ne semble pas qu'il s'agisse de sous-espèces différentes, à moins de pouvoir les définir de façon exclusivement écologique.

Influence de l'humidité.

Le petit nombre de relevés contenant cette espèce rend un peu douteux les résultats obtenus par les procédés habituels; ils donnent cependant des indications intéressantes.

La proportion des relevés contenant *Crotalacris rubicundus* dans chaque classe d'indice d'aridité croissant de 10 en 10, pour le mois de juillet, est la suivante :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>C. rubicundus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>C. rubicundus</i>
Entre 10 et 20.....	39	2	0,05
20 et 30.....	117	9	0,08
30 et 40.....	20	2	0,10
40 et 50.....	80	1	0,01
50 et 60.....	39	0	0

Compte tenu des fluctuations aléatoires obligatoires sur d'aussi petits nombres de relevés, on peut dire que *Crotalacris rubicundus* est assez fortement *xérophile*; jusqu'à un indice d'aridité de juillet de 40

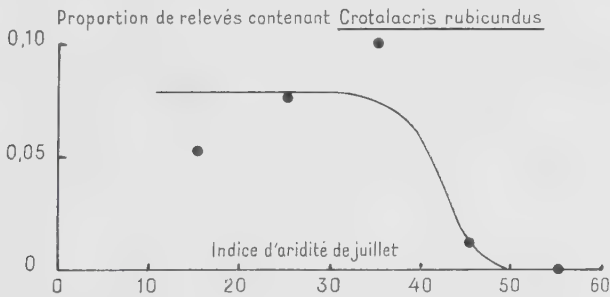


FIG. 133. — Variation de la fréquence de *Crotalacris rubicundus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; malgré l'irrégularité des points obtenus, on peut tenir l'espèce pour *xérophile*.

environ, sa fréquence est à peu près constante; pour des indices d'aridité supérieurs, cette espèce disparaît d'une façon pratiquement complète (fig. 133).

Sur d'aussi petits nombres, des courbes différentielles de la densité de cette espèce en fonction de l'altitude, en séparant les relevés des régions sèches de ceux des endroits humides, n'auraient pas grande signification. Mais on peut remarquer que par suite du très grand écart entre les conditions où se trouve l'espèce dans les deux cas, ces courbes se confondent en pratique avec celle qui a déjà été donnée

pour la répartition globale en altitude, formée de deux branches nettement séparées.

On obtient ainsi, mis en évidence, un résultat très important déjà mentionné : *dans les régions sèches, l'altitude de vie de Crotalacris rubicundus est beaucoup plus grande que dans les régions plus humides.*

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer les relevés qui proviennent d'altitudes très différentes, il faut utiliser les températures ramenées au niveau de la mer; tous les relevés sont divisés en 5 classes et, dans chacune, on examine la proportion de ceux qui contiennent *Crotalacris rubicundus*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>C. rubicundus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>C. rubicundus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	0	0
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	0	0
23 et 24°.....	129	11	0,08
24 et 25°.....	24	3	0,12

Ce tableau montre la grande préférence de cette espèce pour les régions de climat général chaud (fig. 134). Mais, en raison de l'altitude où elle vit, il est difficile d'en tirer un enseignement; en fait, un autre

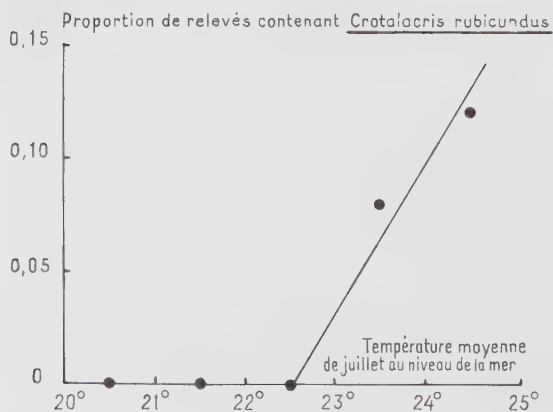


FIG. 134.

Variation de la fréquence de *Crotalacris rubicundus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; l'espèce ne fréquente que les régions de climat chaud.

résultat est beaucoup plus intéressant : *si les Crotalacris rubicundus de Vanoise se trouvent à une altitude inférieure aux autres, ce n'est pas du tout à cause d'une température de la région plus faible* — ce qui serait parfaitement naturel : dans une région froide, les espèces

de montagne ont tendance à vivre plus bas —, car les relevés de Vanoise se trouvent dans la même classe de température au niveau de la mer que la plupart des autres.

Si maintenant on examine les températures *vraies* de juillet des différents relevés contenant *Crotalacris rubicundus*, en tenant compte de leur altitude, on trouve les résultats suivants : les 3 relevés de Maurienne ont des températures moyennes vraies de juillet de 13°5, 14°5, 15°5, et les autres de 9°, 9°, 9°, 9°, 9°, 10°5, 10°5, 10°5, 11°, 11°5. On constate ici encore une coupure très nette entre les deux catégories de relevés.

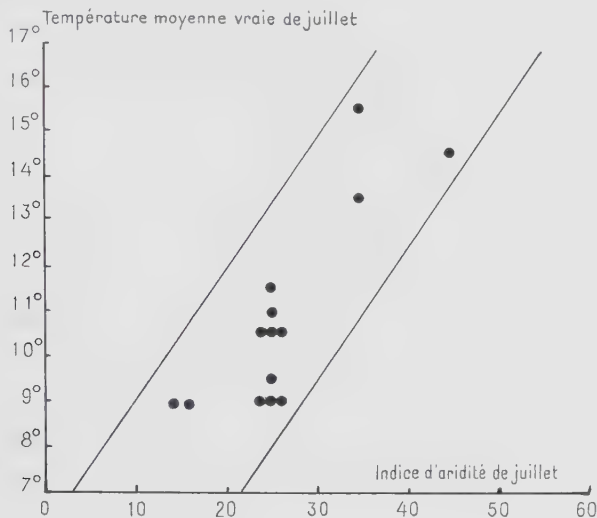


FIG. 135. — La position de l'ensemble des relevés contenant *Crotalacris rubicundus* sur un diagramme humidité-température vraie permet de définir approximativement le *domaine d'existence* de l'espèce; la température à laquelle elle vit est bien plus élevée dans un climat humide.

Interprétation écologique des résultats.

Tout ceci peut s'expliquer facilement si l'on admet que température et humidité agissent avec une très forte interaction; l'espèce existe normalement à basse température sous les climats secs, et ne supporte des climats plus humides — d'ailleurs très difficilement — que dans une zone de température plus clémente.

Pour mettre ce fait en évidence, on a tracé un diagramme où chaque relevé contenant *Crotalacris rubicundus*, représenté par un point, est repéré en abscisses par l'indice d'aridité, en ordonnées par la température vraie (le tout pour juillet). Malgré le petit nombre de relevés obtenus, on peut remarquer qu'ils se placent sur une bande oblique, que l'on peut tenir pour le domaine d'existence de l'espèce; il faut remarquer d'ailleurs que cette existence est certainement pré-

caire et beaucoup plus difficile dans la partie haute du diagramme : l'espèce est *xérophile*; cette xérophilie, sans être absolue, est cependant très prononcée (fig. 135).

Les conditions climatiques, assez larges en somme, permettraient d'espérer la présence de *Crotalacris rubicundus* en d'autres points des Alpes françaises, d'indice d'aridité inférieur à 40 et d'altitude convenable (l'unique relevé placé dans la classe d'indice d'aridité de 40 à 50 est en réalité très proche de la limite inférieure et son indice doit être seulement de 41 ou 42); par exemple dans tout le Pelvoux, les Grandes-Rousses, la zone subalpine méridionale dans ses altitudes les plus élevées. Certains autres facteurs, méconnus dans cette étude élémentaire, interviennent probablement pour limiter son extension.

Conclusion.

Crotalacris rubicundus est une espèce *xérophile* et *sténotherme*, vivant de 9 à 16° environ. Mais il est impossible, contrairement à ce qui se passe pour beaucoup d'autres Orthoptères, de dissocier l'action des deux facteurs principaux : humidité et température, qui influent fortement l'un sur l'autre. Il s'ensuit un étroit domaine d'existence qui donne à l'écologie de cette espèce un aspect très particulier, qui n'est pas sans rappeler celle de *Tettigonia cantans*, où l'on observe ce phénomène, mais avec des valeurs numériques tout à fait autres, ce qui lui donne des conditions d'existence extrêmement différentes. Il resterait à vérifier qu'en dehors du territoire français, *Crotalacris rubicundus* obéit aux mêmes lois.

Cette étude est en tout cas déjà très intéressante, car elle donne un exemple de phénomène assez rare chez les Orthoptères étudiés. L'espèce appartiendrait au groupe des éléments *égéens*, originaires des montagnes du Sud de l'Europe, et son écologie s'accorde tout à fait avec cette hypothèse.

Omocestus viridulus.

Omocestus viridulus est un Acridien de taille moyenne (13 à 15 mm pour le mâle, 20 à 24 mm pour la femelle); c'est une des espèces d'*Omocestus* les plus communes en France, la plus commune après *O. ventralis*; cette dernière est d'ailleurs très rare dans les Alpes. L'oviscapte très long permet de reconnaître la femelle au premier coup d'œil, mais le mâle est plus difficile à distinguer; cependant, cette espèce est très bien individualisée. Les deux sexes sont de teinte prédominante verte variée de brun.

Il a été trouvé dans 60 relevés sur près de 300 réalisés dans les Alpes françaises; c'est donc un constituant assez important des popu-

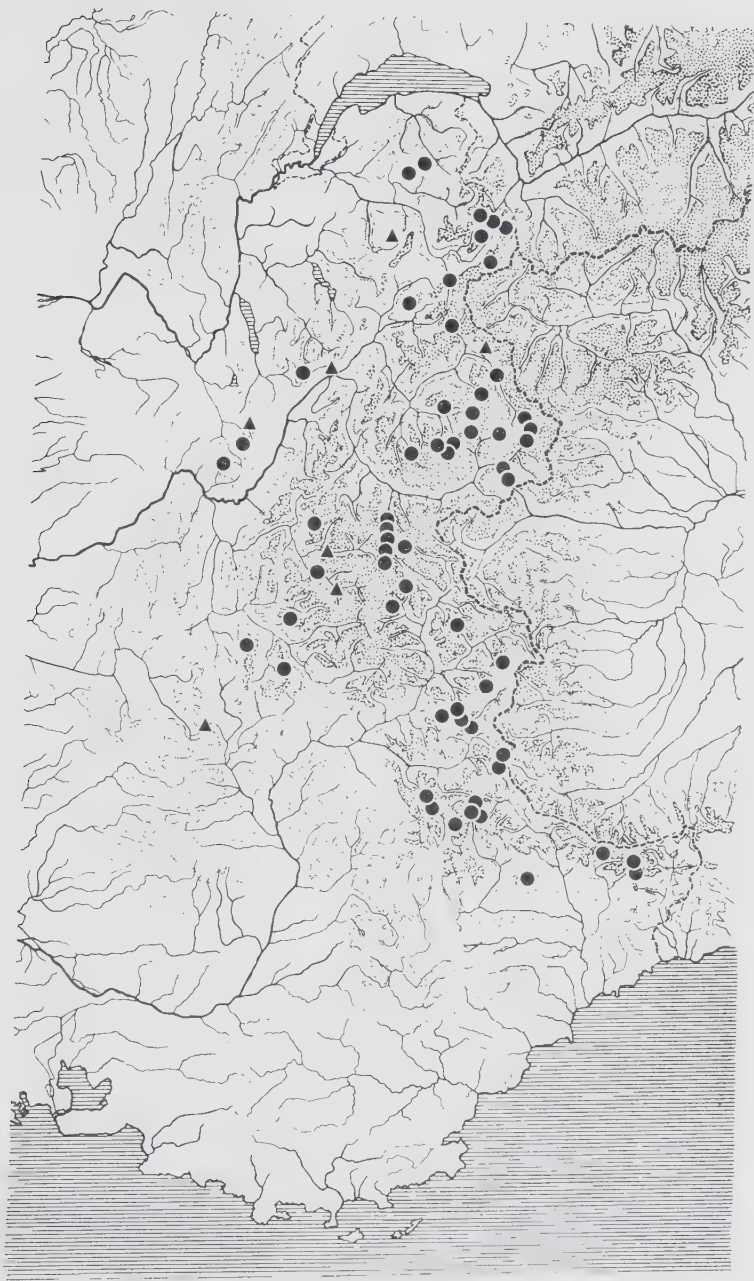


FIG. 136. — Emplacement des relevés contenant *Omocestus viridulus* (●) répandu dans toutes les Alpes françaises, et *Omocestus ventralis* (▲) trouvé surtout dans les Alpes du Nord.

lations alpines d'Orthoptères ; sur les quelque 20 000 insectes ramassés, 384 étaient des *O. viridulus* ; il est donc largement répandu, mais sa fréquence n'est que de 2 % environ, c'est-à-dire toujours limitée.

Il existe pratiquement dans toutes les régions des Alpes françaises, du Chablais aux Alpes-Maritimes (fig. 136) ; sur l'ensemble du territoire français, CHOPARD (1951) indique que cette espèce existe partout, mais qu'elle est plus commune dans le Nord et dans les régions montagneuses. On la trouve de même dans l'Europe centrale et septentrionale et l'Asie paléarctique ; il semble bien que cette espèce soit d'origine angarienne.

Influence de l'humidité.

Ce facteur sera étudié par l'intermédiaire de l'indice d'aridité ; tous les relevés faits dans les Alpes sont partagés en 5 classes d'indice d'aridité variant de 10 en 10 et, dans chacune d'entre elles, on examine la proportion de relevés contenant *Omocestus viridulus*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. viridulus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. viridulus</i>
Entre 10 et 20.....	39	2	0,05
20 et 30.....	117	31	0,26
30 et 40.....	20	3	0,15
40 et 50.....	80	17	0,21
50 et 60.....	39	7	0,18

La proportion des relevés contenant *Omocestus viridulus* est à peu près constante quand l'indice d'aridité est compris entre 20 et 60, mais s'abaisse très fortement quand il est inférieur à 20 (fig. 137) ; les climats les plus secs sont donc défavorables à cette espèce qui peut cependant y exister, mais doit y être rare.

Pour obtenir des renseignements complémentaires, étudions la répartition de la densité d'*Omocestus viridulus* (nombre par mètre carré de surface explorée) en fonction de l'altitude, en séparant les relevés de région sèche (indice d'aridité de juillet compris entre 10 et 30) et les relevés de région humide (indice d'aridité compris entre 40 et 60). La courbe des régions sèches est une courbe en cloche régulière allant de 1 000 m à 2 500 m d'altitude — les classes de 400 en 400 m conduisent à en étaler un peu plus la représentation graphique — et dont on peut situer le maximum vers 2 000 m, avec une valeur un peu inférieure à 0,1 au m². La courbe des régions humides, très différente, se termine aussi non loin de 2 500 m, mais débute en

plaine par un palier voisin de 0,05 qui s'abaisse brusquement en approchant de l'altitude maximum (fig. 138).

Dans les régions humides, *Omocestus viridulus* est donc une espèce

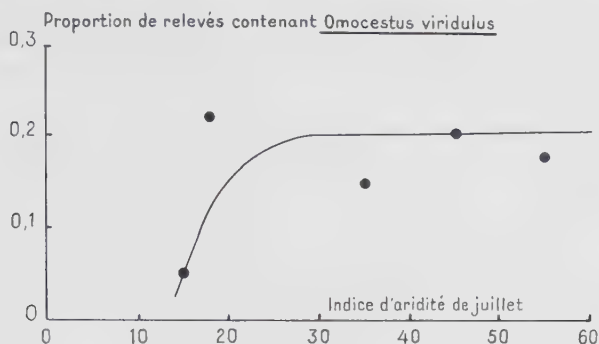


FIG. 137. — Variation de la fréquence d'*Omocestus viridulus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; les climats trop secs sont défavorables à l'espèce.

de plaine, capable d'ailleurs de coloniser la montagne jusqu'à des altitudes élevées en gardant la même densité; elle n'est affectée qu'assez haut par le changement de milieu constitué par la substi-

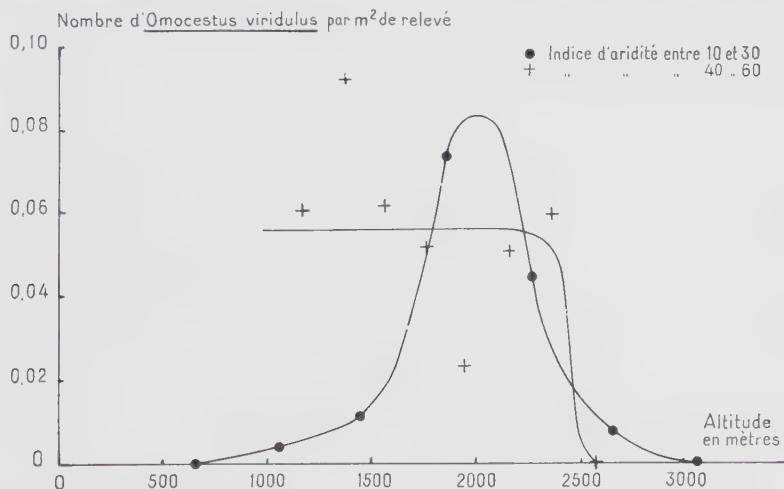


FIG. 138. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Omocestus viridulus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide : *O. viridulus* se comporte comme une espèce de plaine pouvant monter très haut; ● climat de juillet sec : *O. viridulus* se comporte alors comme une espèce uniquement montagnarde).

tution du climat alpin au climat de plaine. Par contre, dans les régions sèches, cette espèce ne supporte que fort mal les conditions de basse altitude et se réfugie en montagne où elle trouve sans doute une humidité suffisante qui lui fait défaut plus bas.

Influence de la température.

Pour pouvoir comparer utilement des relevés d'altitude différente, on utilisera la température ramenée au niveau de la mer, pour le mois de juillet. Comme pour l'étude de l'influence de l'humidité, les relevés sont divisés en 5 classes dont la température de juillet varie de degré en degré et, dans chacune, on examine la proportion de relevés contenant *Omocestus viridulus*. On obtient de cette façon le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. ventralis</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. ventralis</i>
Entre 20 et 21°.....	39	5	0,13
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	19	0,20
23 et 24°.....	129	26	0,24
24 et 25°.....	24	10	0,41

Ce tableau montre de manière assez nette qu'*Omocestus viridulus* est plus fréquent aux températures élevées. Une représentation graphique de la proportion de relevés contenant cette espèce en fonction de la température de juillet au niveau de la mer ne donne pas une

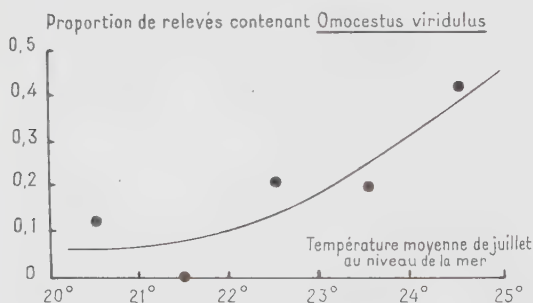


FIG. 139.

Variation de la fréquence d'*Omocestus viridulus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

courbe régulière, mais il est clair qu'une courbe constamment croissante est la représentation graphique qui se rapproche le plus du phénomène (fig. 139).

Pour obtenir des renseignements complémentaires, on construira de plus les courbes indiquant la densité d'*Omocestus viridulus* en fonction de l'altitude pour les régions froides — de 20 à 22° —, chaudes — 23 à 25° —, et moyennes — 22 à 23° — (fig. 140). La courbe des régions les plus chaudes est une courbe en cloche régulière, de 1 000 à 2 500 m, avec maximum vers 2 000 m. Les deux autres partent d'un

palier et s'abaissent plus ou moins rapidement, s'annulant vers 2 000 m pour les régions froides, 2 500 m pour les régions intermédiaires. Si l'on tient compte de la baisse moyenne de température lorsqu'on s'élève (en juillet environ $0,61^{\circ}$ par 100 m), il est facile de fixer la température la plus basse que peut supporter *Omocestus viridulus*, qui est de l'ordre de 8° en cherchant les températures vraies des relevés les plus élevés.

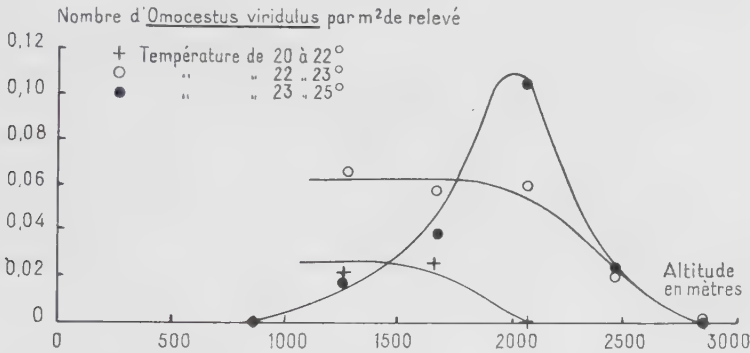


FIG. 140. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Omocestus viridulus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, ○ climat de juillet moyen, ● climat de juillet chaud; l'espèce ne se comporte comme montagnarde que dans le dernier).

Résultats écologiques.

Les études précédentes nous ont montré qu'*Omocestus viridulus*, bien qu'étant une espèce assez large au point de vue de ses exigences écologiques, préférerait plutôt une certaine humidité et une température plutôt élevée. De ce fait, sa répartition est d'une analyse plutôt délicate, car dans les Alpes françaises une corrélation importante existe entre les régions froides et humides d'une part, chaudes et sèches d'autre part, ce qui rend les conclusions plus difficiles si les courbes obtenues ne sont pas très régulières, ce qui est le cas ici.

Cependant, des conclusions s'imposent tout d'abord : l'espèce n'existe en plaine que si l'indice d'aridité dépasse 20 — ou bien elle est alors confinée probablement dans des biotopes très réduits, et peu abondante — et si la température ne dépasse pas la moyenne vraie de juillet de 23° C. Ceci lui interdit pratiquement le Bassin Aquitain et le Midi méditerranéen; il n'est pas impossible que des captures soient faites dans ces territoires à très faible altitude — nous manquons là-dessus de données précises —, mais on peut avancer sans crainte de se tromper qu'il ne s'agira que de peuplements très restreints et localisés. Par contre, *Omocestus viridulus* peut habiter tout le reste de la France où il trouvera des conditions convenables; c'est ce qui ressort de cette étude faite uniquement dans

les Alpes et il semble que cette affirmation soit exacte. Dans les régions méridionales de la France, déjà mentionnées, cette espèce se comporte comme une espèce d'altitude et abonde en montagne; chassée de la plaine par des circonstances défavorables, le milieu lui convient à partir de 1 000 m d'altitude où température moins élevée et humidité supérieure lui ménagent des biotopes convenables.

Il est malheureusement plus difficile de conclure, d'après ces seules données, si *Omocestus viridulus* est chassé des plaines chaudes et sèches par une température trop forte ou une humidité trop faible; cependant, la courbe croissante de fréquence avec la température indique bien que l'animal supporte des températures élevées; et sur la figure 139, la courbe des régions chaudes est celle qui possède le maximum le plus élevé. Aussi, sans trop de crainte de se tromper, peut-on affirmer que l'humidité — comme dans beaucoup d'autres cas — est le facteur prépondérant et que si les régions les plus chaudes n'étaient pas aussi les plus sèches, *Omocestus viridulus* existerait en plaine avec une forte densité si l'indice d'aridité y était supérieur.

Conclusion.

Omocestus viridulus est une espèce robuste, existant dans presque toute la France et montant très haut en montagne. Tout montre qu'il s'agit d'une espèce particulièrement *eurytherme*; c'est la sécheresse qui la chasse des plaines du Midi de la France, non la température trop élevée.

On a là l'exemple d'une espèce d'exigences un peu contradictoires si l'on se place dans le cadre réduit du territoire français; elle préfère la chaleur et ne peut supporter une certaine sécheresse. Ce fait, bien mis en évidence par les études précédentes, n'est pas fréquent, car on trouve généralement liées chez les Orthoptères français *thermophilie* et *xérophilie*.

La répartition d'*Omocestus viridulus* atteint presque toute la zone paléarctique, que sa large *eurythermie* lui rend favorable; mais le Sud de l'Europe et l'Afrique du Nord, ne sauraient lui convenir à cause de leur sécheresse. C'est là une répartition bien caractéristique d'espèce d'origine angarienne.

Omocestus ventralis.

De toutes les espèces d'*Omocestus*, c'est la plus commune en France; elle se distingue d'*Omocestus viridulus*, assez voisin, par l'absence de carinule sur le vertex et la longueur bien moindre des valves de l'oviscapte chez la femelle. C'est une espèce de taille moyenne (12 à 17 mm pour le mâle, 18 à 20 mm pour la femelle), de teinte générale verte et brune, le mâle étant beaucoup plus foncé.

Omocestus ventralis, malgré son abondance dans la plaine française, est exceptionnel dans les Alpes; il n'a été trouvé que dans 7 relevés sur 300 et toujours en très petit nombre : 19 exemplaires seulement ont été recueillis sur 20 000 Orthoptères, soit moins de 0,1 %. Ses lieux de capture se situent un peu partout dans les Alpes françaises (fig. 136), mais il n'a pas été trouvé plus au Sud que le massif du Pelvoux, peut-être par hasard si l'on considère sa très faible densité. Il ne sera pas possible de lui appliquer les méthodes habituelles d'étude à cause du petit nombre de relevés où il a été rencontré.

Malgré cela, cette espèce est très largement répandue en Europe, dans l'Asie paléarctique jusqu'en Sibérie, et en Afrique du Nord.

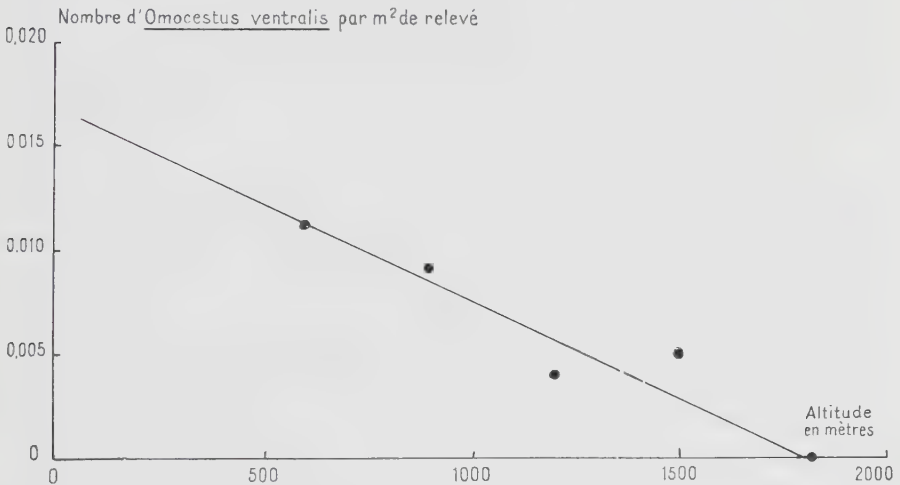


FIG. 141. — Variation de la densité d'*Omocestus ventralis* en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises; cette espèce de plaine ne s'élève pas très haut en montagne.

Répartition en altitude.

On a tracé cependant la courbe représentant la densité de l'espèce en fonction de l'altitude, sans se dissimuler la faible valeur qu'elle avait en raison du très petit nombre de spécimens recueillis (fig. 141). On obtient malgré cela une courbe assez régulière, dont on ne connaît pas le départ aux très basses altitudes — il doit se situer à une assez forte densité —; elle est ensuite voisine de 0,01 par m² au-dessous de 1 000 m et baisse assez vite au-dessus. Il en a été fait deux captures à 1 500 m d'altitude — le maximum atteint à notre connaissance par *Omocestus ventralis* — dans le massif du Pelvoux (relevé 413) et sur la route du col du Petit-Saint-Bernard (relevé 605). Il est manifeste qu'il s'agit là d'une espèce de plaine qui ne s'égare que très rarement en moyenne montagne.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes dont l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calcule dans chaque classe la proportion de ceux qui contiennent *Omocestus ventralis*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. ventralis</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. ventralis</i>
Entre 10 et 20.....	39	0	0
20 et 30.....	117	2	0,017
30 et 40.....	20	2	0,100
40 et 50.....	80	2	0,025
50 et 60.....	39	1	0,025

Il n'aurait été possible de tirer parti de ce tableau que dans le cas où tous les relevés auraient été groupés dans une ou deux des classes; dans le cas présent, contraire, le trop petit nombre de relevés rend les proportions trouvées sans valeur car manquant par trop de sûreté. On ne peut donc tirer aucune conclusion de ce tableau. Il n'est de même pas possible de tracer des courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude. *Omocestus ventralis* est généralement considéré comme recherchant plutôt les milieux secs, mais rien ne permet ici de confirmer ou d'infirmer cette opinion.

Influence de la température.

De la même façon tous les relevés ont été répartis en 5 classes pour lesquelles la température moyenne de juillet, ramenée au niveau de la mer, varie de degré en degré et on calcule, dans chaque classe, la proportion de ceux qui contiennent *Omocestus ventralis*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. ventralis</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. ventralis</i>
Entre 20 et 21°.....	39	2	0,05
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	3	0,03
23 et 24°.....	129	1	0,01
24 et 25°.....	24	0	0

Comme dans l'influence de l'humidité, la trop large répartition des captures trop rares ne permet aucune conclusion valable.

Les températures vraies calculées pour les relevés où ont eu lieu les prises d'*Omocestus ventralis* s'étagent entre 12°5 et 18°5. Il semble donc que cette espèce puisse supporter une moyenne de juillet de l'ordre de 12° minimum et, en raison de sa vaste répartition — en Algérie par exemple —, des moyennes bien supérieures à 18° et atteignant probablement au moins 25°.

Conclusion.

Les relevés de montagne apportent bien peu de renseignements valables sur les exigences écologiques d'*Omocestus ventralis*; sa large répartition en France permet de présumer que cette espèce est relativement indifférente aux conditions de sécheresse; il semble aussi qu'elle soit assez eurytherme car elle habite la majeure partie de l'Europe.

Il est étrange, dans ce cas, qu'un Orthoptère pouvant supporter une moyenne de juillet de 12° et assez indifférent à l'humidité plus ou moins grande ne soit pas très largement répandu en montagne. On peut hasarder là-dessus une foule d'hypothèses entre lesquelles on ne pourrait que difficilement choisir, faute d'éléments valables. Les deux plus vraisemblables sont peut-être une faible résistance aux minima très bas, fréquents la nuit en montagne, ce qui n'explique pas les quelques captures qui y ont été faites; ou bien une maturation trop tardive des produits génitaux, très possible chez une espèce qui en plaine présente une longévité anormale, se rencontrant encore en novembre et décembre (GRASSÉ, 1929); les brefs étés montagnards empêcheraient alors presque partout, par des froids précoces, la reproduction de cette espèce; et nous ne serions pas éloignés de considérer cette dernière hypothèse avec faveur.

Omocestus hæmorrhoidalis et *Omocestus petræus*.

Ces deux *Omocestus* sont de distinction difficile; les quelques différences entre les deux espèces — caractères de nervulation alaire, assez inconstants, légères différences de taille et de coloration, ces dernières seulement visibles sur le vivant — sont si minimes qu'il a été nécessaire de traiter ensemble les deux espèces en les confondant, quitte à en faire le partage si l'écologie du groupe semblait trop hétérogène; l'étude détaillée permettra de justifier *a posteriori* cette confusion. Des recherches en cours semblent d'ailleurs montrer que la distinction entre ces deux espèces, décrites indépendamment, ne repose sur aucun caractère précis.

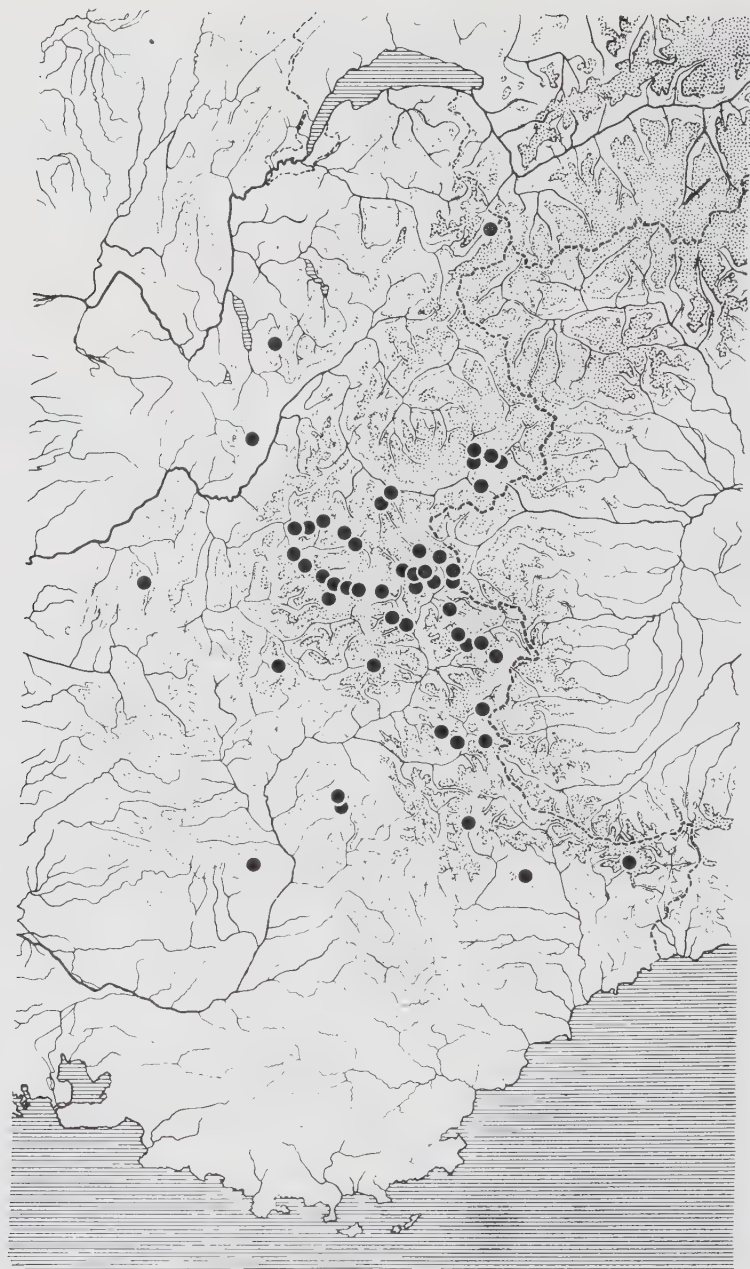


FIG. 142. — Emplacement des relevés contenant *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus*; ces espèces sont rares dans les Alpes du Nord.

Le problème se complique encore de l'introduction par AZAM d'une troisième espèce, *Omocestus montivagus*, décrite d'après des exemplaires recueillis par l'auteur à Saint-Véran; après examen des

types, dans les collections du Muséum de Paris, on peut penser, d'accord avec CHOPARD, qu'il ne s'agit que d'une forme montagnarde que ce dernier auteur hésite d'ailleurs à rapporter à *Omocestus petræus* ou à *Omocestus hæmorrhoidalis*, nouvelle preuve du voisinage très proche de ces deux espèces, en admettant qu'elles soient réellement différentes. Des captures faites autour de Saint-Véran ne montrent pas l'existence d'une race suffisamment définie pour mériter une distinction spécifique.

Quoi qu'il en soit, ces espèces sont de coloration variable, généralement brune, plus ou moins variée de vert; la taille est petite (*Omocestus hæmorrhoidalis* : mâle 11 à 13 mm, femelle 16 à 19 mm; *Omocestus petræus* : mâle 11 à 11,5 mm, femelle 14 à 17 mm), les organes du vol bien développés.

Dans les Alpes françaises, ce complexe d'espèces habite à peu près partout, mais il est rare au nord de la Vanoise et dans la région subalpine, abondant plus au sud; cependant, il n'a pas été rencontré au Ventoux (fig. 142); il existe aussi dans les Pyrénées et dans la moitié septentrionale de la France; il a d'ailleurs une large répartition dans la région paléarctique, de l'Europe à la Sibérie en passant par l'Asie Mineure. Il a été trouvé dans 52 relevés sur 300, soit 17 %, et il en a été recueilli 528 exemplaires sur 20 000 Orthoptères, soit près de 3 %.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes entre lesquelles l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calculera dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. h. p.</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. h. p.</i>
Entre 10 et 20.....	39	10	0,26
20 et 30.....	117	33	0,28
30 et 40.....	20	4	0,20
40 et 50.....	80	4	0,05
50 et 60.....	39	1	0,03

Sans doute possible, ce tableau montre dans ce complexe d'espèces une très forte préférence pour la sécheresse et on peut leur attribuer une *xérophilie* bien marquée (fig. 143).

On construira ensuite deux courbes différentielles exprimant chacune en fonction de l'altitude le nombre d'*Omocestus* du groupe par

mètre carré de relevé, l'une pour les régions sèches, au moyen des relevés d'indice d'aridité compris entre 10 et 30, l'autre pour les régions humides, au moyen des relevés d'indice d'aridité compris entre 40 et 60; celle-ci, fondée seulement sur 5 relevés, ne présente évidemment qu'un caractère de sécurité très limité et n'est guère donnée qu'à titre de comparaison (fig. 144).

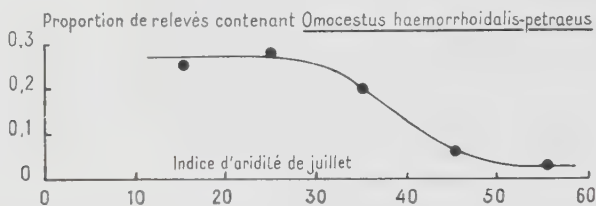


FIG. 143. — Variation de fréquence d'*Omocestus haemorrhoidalis-petraeus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la courbe régulièrement décroissante met en évidence la xérophilie de ce groupe.

Ces deux courbes sont en forme de cloche très caractéristique; mais celle des régions sèches s'étend plus largement que l'autre en altitude; de plus, elle exprime des densités incomparablement plus fortes, voisines à leur maximum de 0,3 par m², alors que l'autre n'atteint pas

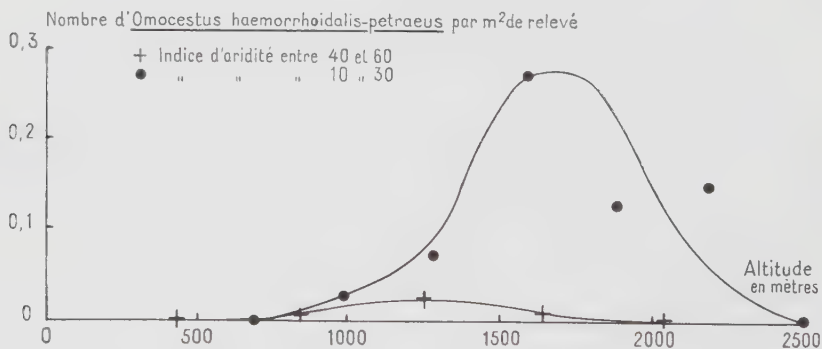


FIG. 144. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Omocestus haemorrhoidalis-petraeus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec); la xérophilie du groupe est confirmée.

0,02 par m². Un tel résultat confirme avec beaucoup de certitude la forte xérophilie d'*Omocestus haemorrhoidalis-petraeus*, qu'on peut maintenant considérer comme définitivement acquise.

Une remarque extrêmement importante à faire est que ce groupe d'espèces se comporte comme s'il était uniquement montagnard : la densité tombe à zéro dans les basses altitudes; on ne peut qu'être surpris de ce comportement, connaissant la vaste répartition en France de ces espèces.

Influence de la température.

Pour pouvoir utiliser des relevés d'altitude différente, on utilisera la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; par rapport à ce facteur, tous les relevés sont répartis en 5 classes variant de degré en degré; dans chaque classe, on calcule la proportion de relevés contenant ce groupe d'*Omocestus*; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. h. p.</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>O. h. p.</i>
Entre 20 et 21°.....	39	2	0,05
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	15	0,16
23 et 24°.....	129	30	0,23
24 et 25°.....	24	3	0,12

Ces *Omocestus* préfèrent assez nettement les régions les plus chaudes des Alpes; mais en fait, il est probable que cette préférence, étant donné qu'il s'agit d'insectes vivant en montagne et donc à une

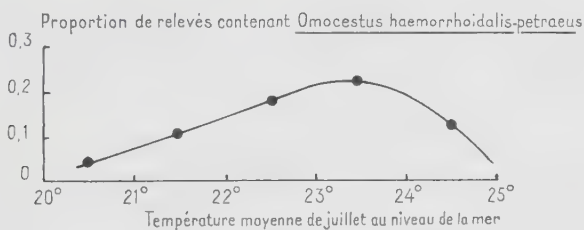


FIG. 145. — Variation de la fréquence d'*Omocestus haemorrhoidalis-petraeus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

moyenne assez basse, traduit surtout la xérophilie de ces espèces, ces régions étant aussi les plus sèches (fig. 145).

Ici encore, on a tracé des courbes différentielles exprimant la densité en fonction de l'altitude, l'une pour les régions chaudes (23 à 25°), une autre pour les régions intermédiaires (22 à 23°), une troisième pour les régions froides (20 à 22°); cette dernière, fondée sur 3 relevés seulement, n'est évidemment là qu'à titre de comparaison (fig. 146).

Ces 3 courbes sont en forme de cloche, celle des régions froides

très petite par rapport aux deux autres et de maximum à plus faible altitude. Les deux autres ont à peu près même étendue mais sont un peu décalées en altitude, comme on pouvait s'y attendre, celle des régions les plus chaudes étant à une altitude plus élevée ; leurs maxima, voisins de 0,2 par m² tous deux, sont respectivement situés vers 1 600 et 1 800 m.

On a calculé pour chaque relevé la température moyenne vraie de juillet correspondante ; ces diverses valeurs s'échelonnent entre 10°5

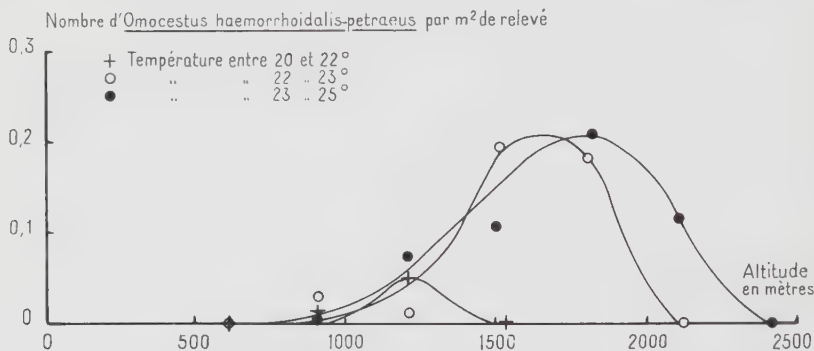


FIG. 146. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Omocestus hæmorrhoidalis-petræus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, o climat de juillet moyen, • climat de juillet chaud).

et 17°, ce qui ferait de ces *Omocestus* des espèces très *sténothermes* ; il n'a pas été observé de variation bien nette de cette sténothermie avec l'humidité.

Conclusion.

La confusion d'*Omocestus hæmorrhoidalis* et *Omocestus petræus* en un seul ensemble dont on a étudié globalement l'écologie est justifiée *a posteriori* par la définition pour le groupe de la recherche de conditions climatiques étroites : *xérophilie* marquée (indice d'aridité de juillet entre 10 et 40), *sténothermie* assez thermophobe (moyenne vraie de juillet entre 10 et 17°) ; deux espèces d'écologie très différentes ne se seraient pas laissées enfermer dans des limites aussi serrées.

Mais ces limites apparaissent d'autre part comme beaucoup trop étroites si on essaie d'y faire rentrer les captures de ces espèces faites en plaine ; si elles proviennent toutes de la moitié septentrionale, ou presque, de la France, excepté celles de montagne, la température moyenne de juillet en ces points, autant qu'on puisse la calculer avec certitude, s'échelonne entre 15 et 20°. Ces espèces seraient donc plus eurythermes que le feraient supposer des relevés provenant exclusivement des Alpes.

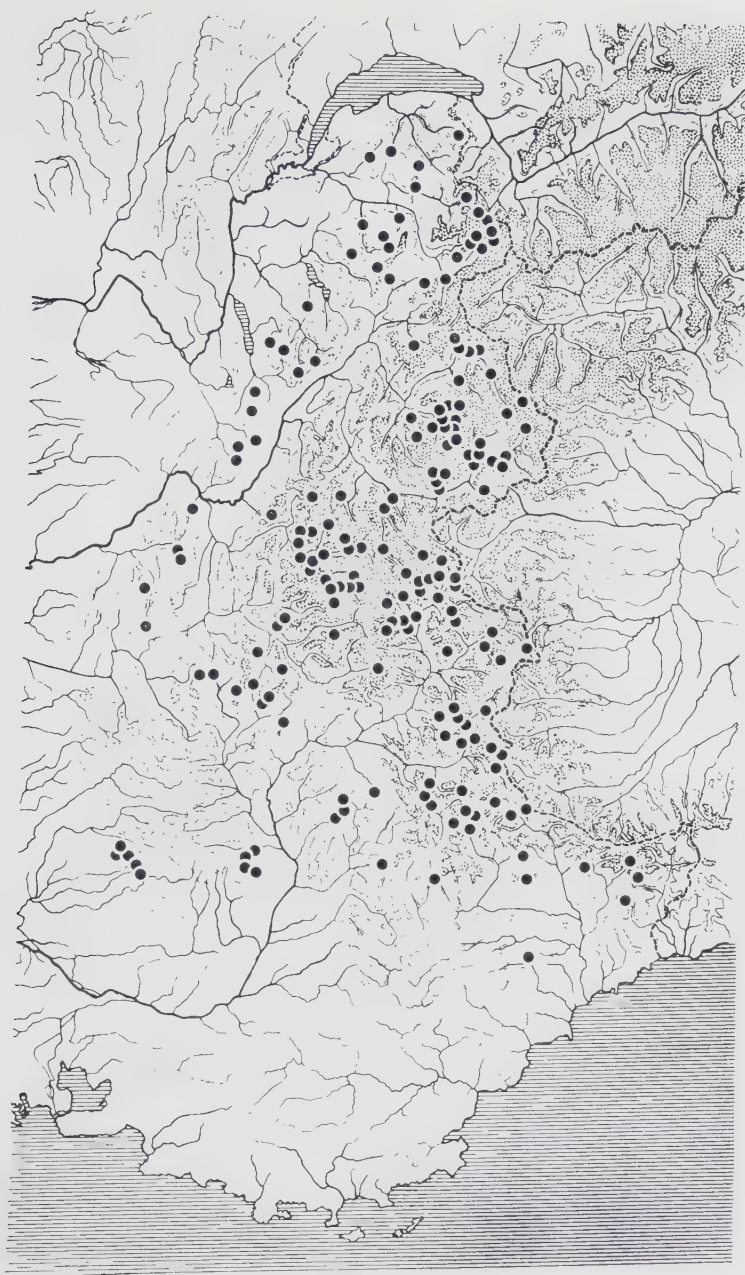


FIG. 147. — Emplacement des relevés contenant *Stauroderus scalaris*; c'est l'espèce la plus répandue dans les Alpes françaises.

On peut invoquer, pour expliquer ce phénomène, l'hypothèse qu'en montagne, ces insectes supportent moins bien des moyennes de température élevées qu'en plaine, parce que celles-ci comportent alors

des maxima plus hauts qui seraient très vite néfastes. Ou bien encore admettre l'existence de formes de montagnes, de valeurs spécifiques ou non, liées ou non à l'une ou l'autre des deux espèces et donner, en somme, une valeur écologique à l'*Omocestus montivagus* qui nous est apparu jusqu'ici comme un *nomen nudum*. Une étude systématique morphologique très fine et portant sur des matériaux très vastes et d'origine très diverse pourra peut-être faire la lumière sur ce point.

Leur répartition met certainement ces deux espèces parmi celles d'origine angarienne; leur sténothermie, avec préférence pour une température assez basse, concorde bien avec ces données; par contre, leur xérophilie, non absolue mais très nette, est assez rare parmi les représentants de cette faune.

Stauroderus scalaris.

Stauroderus scalaris est une espèce assez isolée dans la faune française et même européenne par sa morphologie, surtout la nervation des élytres et des ailes, assez particulière.

Sa taille est moyenne (18 à 22 mm pour le mâle, 23 à 29 pour la femelle), le dimorphisme sexuel est net; sa couleur dominante est brune. L'espèce paraît peu variable, au moins sur le territoire français; elle est assez agile et le mâle vole très bien.

Stauroderus scalaris est peut-être l'espèce la plus commune et la plus abondante dans les régions de moyenne altitude des Alpes françaises; sur un peu moins de 300 relevés réalisés, cette espèce apparaît dans 180 et le plus souvent avec une forte densité; il n'est pas de région d'où elle soit absente (fig. 147). En dehors des Alpes, elle est indiquée comme fréquentant les Pyrénées et de nombreux points du Massif Central; elle vit dans la plupart des montagnes européennes, jusque dans les pays scandinaves, et en Sibérie.

Cette espèce fréquente un peu tous les microclimats, avec une préférence marquée cependant pour les endroits ensoleillés. Comme il a déjà été signalé, elle habite surtout la zone d'altitude moyenne, mais peut descendre au-dessous de 1 000 m et monter assez haut.

Son étude est particulièrement instructive, parce que les documents obtenus sur cette espèce sont très nombreux, en raison de son abondance; les résultats écologiques sont donc établis avec une sûreté bien supérieure à celle d'autres espèces moins communes. Il en a été en effet récolté 3 160 individus sur 20 000 environ, soit près de 16 %.

Nous allons essayer de dégager les exigences écologiques de *Stauroderus scalaris* à l'aide de l'étude de toutes les données concernant les relevés réalisés dans les Alpes et contenant cette espèce.

Répartition en altitude.

Le grand nombre des données recueillies permet d'étudier directement la répartition altitudinale de *Stauroderus scalaris*. Il est même possible de séparer les relevés en deux groupes, l'un correspondant aux Alpes du Nord et l'autre aux Alpes du Sud, de climat assez différent dans leur ensemble; la séparation entre ces deux régions se fera sans trop d'arbitraire par une ligne surtout définie par les botanistes qui y attachent une grande importance, et passant entre autres points par les cols du Lautaret et de la Croix-Haute.

Il serait commode d'examiner le pourcentage de *Stauroderus scalaris*

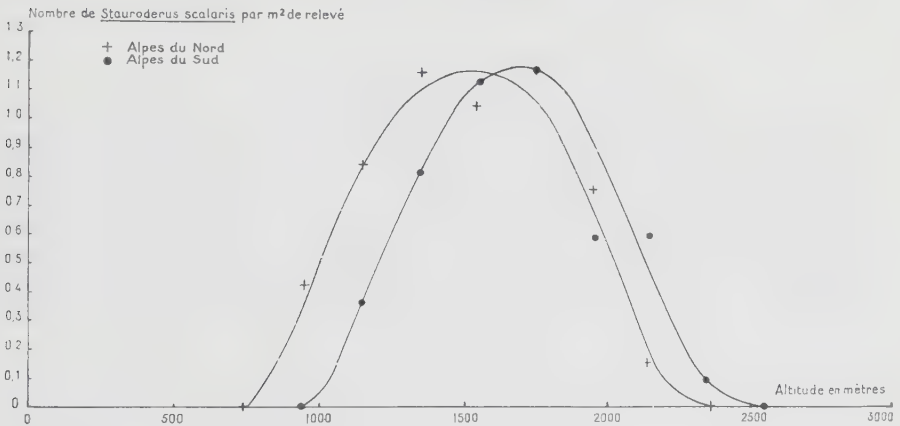


FIG. 148. — Variation de la densité de *Stauroderus scalaris* en fonction de l'altitude, pour les Alpes du Nord (+) et les Alpes du Sud (•); l'espèce est répartie de la même façon dans les deux régions, avec un décalage en altitude d'environ 200 m.

par rapport à l'ensemble des Orthoptères recueillis à une altitude donnée; mais cette quantité dépend trop de l'abondance des autres espèces et il est plus rationnel, quoique plus compliqué, de faire dépendre cette étude uniquement de l'abondance de l'espèce envisagée, éliminant ainsi beaucoup de facteurs de variation difficilement analysables. On calculera donc le nombre de *Stauroderus scalaris* au mètre carré pour chaque relevé et on en fera la moyenne pour chaque altitude; ces moyennes seront réparties en classes d'altitude de 200 en 200 m.

On obtient ainsi deux courbes, voisines de courbes en cloche, correspondant aux Alpes du Nord et aux Alpes du Sud; elles sont à peu près symétriques et égales (fig. 148). La courbe des Alpes du Nord est décalée vers le bas de 200 m environ par rapport aux Alpes du Sud; pour les basses altitudes, le très petit nombre de relevés que l'on possède ne permet pas de déterminer des points avec une sûreté

suffisante; on peut voir toutefois que les *Stauroderus scalaris* ne descendent guère au-dessous de 700 à 800 m; vers les hautes altitudes, on en trouve jusque vers 2 300-2 400 m. Le décalage des deux courbes, assez régulières, montre que la répartition générale de l'espèce est moins élevée de 200 m environ dans les Alpes du Nord, plus froides et plus humides, que dans les Alpes du Sud, ce qui est parfaitement logique. Enfin, on voit que l'optimum de cette espèce se situe entre 1 400 et 1 700 m, ce qui correspond bien à une espèce de moyenne montagne, principalement abondante dans l'étage montagnard.

Cette étude donne donc des résultats déjà importants, qui vont être complétés par la suite. Notons en passant que la densité maximum dépasse une unité par mètre carré; cette densité, très forte, traduit bien le fait que l'espèce est très abondante.

Influence de l'humidité.

Etudions maintenant l'action de l'humidité sur la répartition de *Stauroderus scalaris*, comme d'habitude, par l'intermédiaire de l'indice d'aridité.

Tous les relevés étant répartis en classes d'indice d'aridité variant de 10 en 10, de 10 à 60, on examine dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Stauroderus scalaris*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. scalaris</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. scalaris</i>
Entre 10 et 20.....	39	25	0,64
20 et 30.....	117	76	0,65
30 et 40.....	20	12	0,60
40 et 50.....	80	44	0,55
50 et 60.....	39	22	0,56

Cette proportion varie dans de faibles limites, avec une légère baisse quand on se déplace vers des indices d'aridité élevés, donc des lieux plus humides; ceci indique que la présence ou l'absence de cette espèce ne dépend que fort peu de l'humidité du climat, bien qu'elle marque une légère préférence pour la sécheresse; il s'agit donc d'un Orthoptère très résistant aux variations de l'humidité, présent très fréquemment en toutes les régions des Alpes françaises sèches ou humides.

La courbe obtenue en portant en abscisses l'indice d'aridité et en ordonnées la proportion de relevés contenant *Stauroderus scalaris* est très régulière, ce qui donne une grande valeur à ces résultats, fondés sur un nombre de relevés important (fig. 149).

Outre la simple présence de l'insecte en un point, sa densité apporte

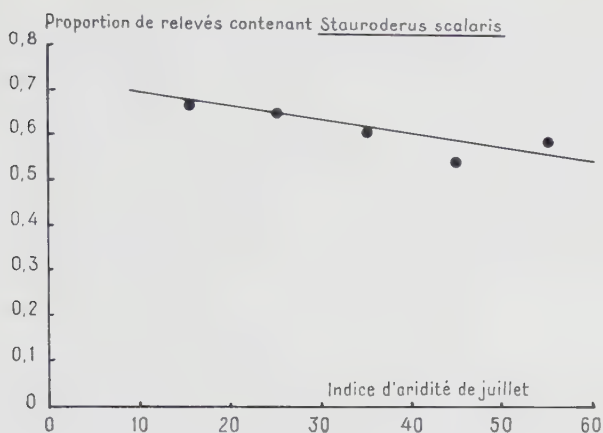


FIG. 149. — Variation de la fréquence de *Stauroderus scalaris* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; l'espèce, très tolérante, apparaît comme légèrement xérophile.

de nouveaux renseignements. On a tracé en fonction de l'altitude deux courbes correspondant aux relevés d'indice d'aridité de 10 à 30, et de 40 à 60, et exprimant la densité moyenne de *Stauroderus scalaris* au

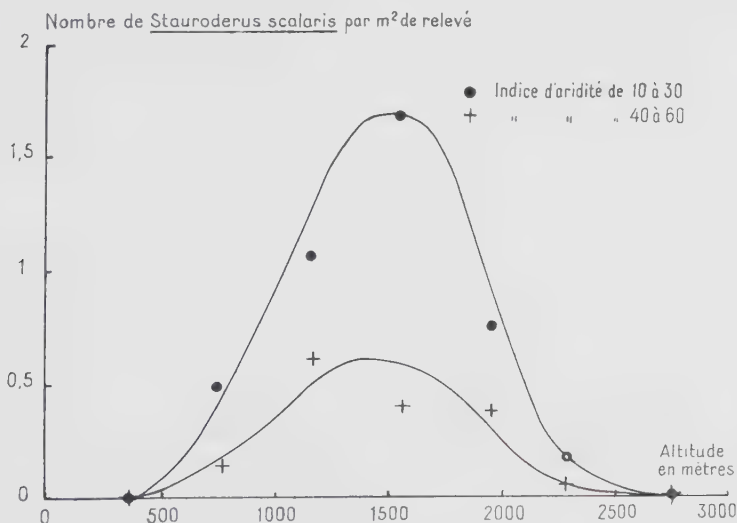


FIG. 150. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Stauroderus scalaris* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec). La xérophilie de l'espèce est confirmée.

mètre carré de relevé. Le résultat est formé de deux courbes en cloche qui s'annulent et atteignent leur maximum à peu près au même point : 500-600 m, 2 300-2 400 m, 1 500 m environ, ce qui correspond à la

répartition en altitude déjà trouvée. La principale différence entre ces deux courbes est la densité maximum atteinte, de l'ordre de 0,6 par m² pour les lieux de forte humidité, et 1,7 par m² pour les lieux secs (fig. 150).

On peut donc conclure de cette étude que l'humidité n'influe presque pas sur la répartition de *Stauroderus scalaris* en altitude, sur sa présence ou son absence, mais seulement, et de façon importante, sur la densité des populations, favorisée par un climat sec.

Influence de la température.

Stauroderus scalaris étant, d'après ce qui précède, une espèce assez peu sensible aux variations hygrométriques, il faut étudier avec soin ce second facteur qui promet d'avoir une importance d'autant plus marquée.

Procédant comme pour l'indice d'aridité à l'égard de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer, tous les relevés sont disposés en 5 catégories suivant que ce facteur y prend une des valeurs comprises dans le territoire des Alpes françaises entre 20 et 25°, par intervalles de 1°; dans chaque catégorie, on examinera le rapport entre le nombre des relevés contenant *Stauroderus scalaris* et le nombre total des relevés.

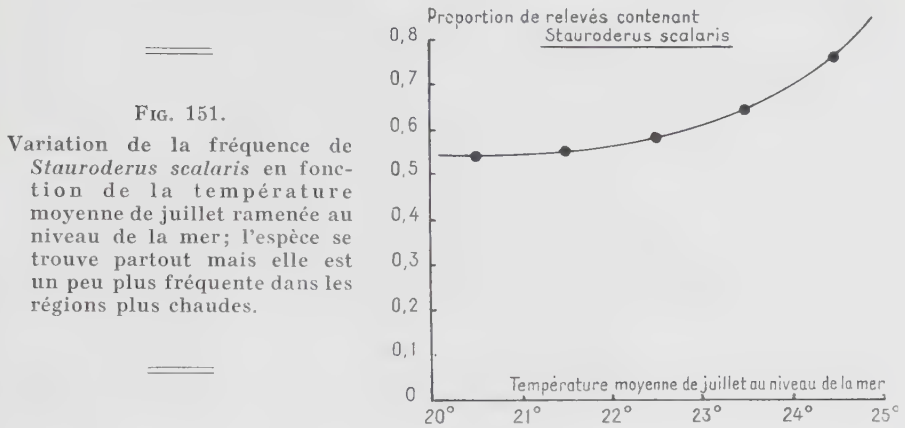
TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. scalaris</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>St. scalaris</i>
Entre 20 et 21°.....	39	21	0,54
21 et 22°.....	9	5	0,56
22 et 23°.....	94	55	0,59
23 et 24°.....	129	81	0,63
24 et 25°.....	24	18	0,75

Les variations de cette proportion ne sont pas très fortes mais très nettes et régulières. *Stauroderus scalaris* se montre donc très résistante à une température extrême, et capable d'habiter tout le domaine des Alpes françaises, mais toutefois avec une préférence nette pour les températures plus élevées (fig. 151).

Pour préciser cette influence, on examinera la répartition altitudinale de la densité des populations — nombre de *Stauroderus scalaris* au mètre carré de surface des relevés — en divisant les relevés examinés en 3 groupes : température de juillet de 20 à 22°, de 22 à 23°, de 23 à 25°. Portant en abscisses l'altitude, en ordonnées la densité par mètre carré, on obtient un ensemble de trois courbes très voisines de courbes en cloche, grâce auxquelles on peut donner une valeur assez

précise des températures extrêmes et optimales d'existence de l'espèce (fig. 152).

Les maxima des 3 courbes sont décalés les uns par rapport aux



autres dans le sens auquel on peut s'attendre, l'insecte ayant un optimum plus élevé dans les régions les plus chaudes; si l'on admet pour juillet une décroissance de température voisine de $0^{\circ}6\text{ C}$ pour

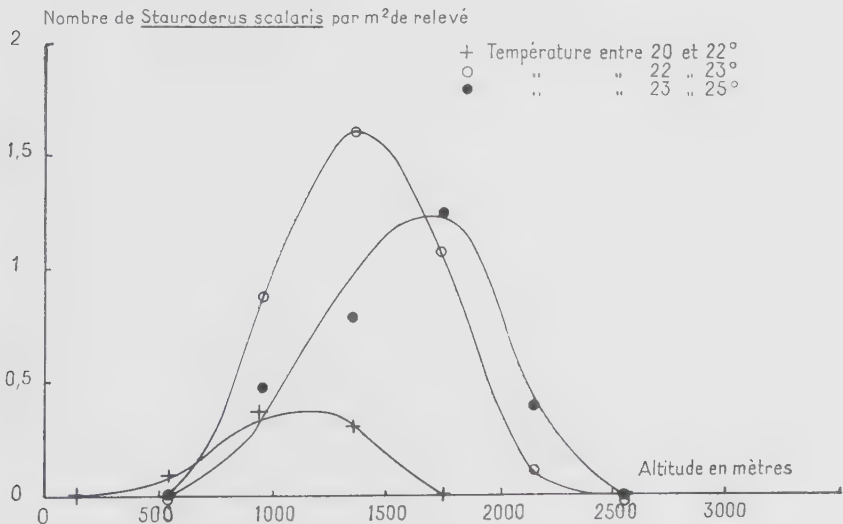


FIG. 152. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Stauroderus scalaris* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, ○ climat de juillet moyen, ● climat de juillet chaud).

une augmentation d'altitude de 100 m, on trouve pour les trois courbes le même optimum de 14° pour la température moyenne vraie de juillet, à un demi-degré près; ce facteur est donc connu avec une

grande sûreté. La *limite supérieure altitudinale* où l'on rencontre *Stauroderus scalaris*, calculée de la même façon, donne 10° avec un excellent accord également : c'est la température moyenne de juillet nécessaire à la survie de l'espèce. Enfin, la *limite altitudinale inférieure*, moins bien définie, est de l'ordre de 17°.

Au point de vue de la valeur maximum des densités au mètre carré, celle des températures faibles (20 à 22°) atteint à peine 0,4 par m², celle des températures élevées (23 à 25°) atteint 1,2 par m² et celle des températures moyennes (22 à 23°) est la plus forte, dépassant 1,5 par m². Une température moyenne semble donc favoriser à toutes les altitudes la pullulation de *Stauroderus scalaris*; ce résultat semble difficilement explicable avec les données dont on dispose et montre que d'autres facteurs que l'humidité et la température entrent en jeu, sans qu'il soit possible de les mettre en évidence.

Autres facteurs.

Le seul que l'on peut évaluer de façon assez précise est l'*orientation* du relevé, mais il semble évident que ce facteur est lié de façon directe à la température : une exposition sud est favorable à l'établissement de microclimats plus chauds que la moyenne régionale. Toujours est-il que les résultats suivants ont été obtenus, divisés en Alpes du Nord et du Sud :

ORIENTATION	NO	N	NE	O	E	SO	S	SE	Sans
N. de relevés, Alpes du Nord...	3	5	0	15	15	7	35	11	12
N. de relevés, Alpes du Sud...	1	9	3	7	7	10	21	7	11

Un simple examen de ce tableau ne montre aucune différence entre les orientations est et ouest; par contre, l'insecte montre une préférence très marquée pour les orientations méridionales, encore plus forte dans les Alpes du Nord (53 S, SW, SE contre 8 N, NW, NE) que dans les Alpes du Sud (38 S, SW, SE contre 13 N, NW, NE), ce qui est assez naturel, les orientations septentrionales pouvant être plus facilement supportées dans un climat plus chaud.

Résultats écologiques.

Stauroderus scalaris, à la lumière de ces résultats, apparaît comme une espèce robuste, s'accommodant de tous les régimes hygrométriques des Alpes du mois de juillet, où leur gamme est particulièrement étendue et recouvre pratiquement l'ensemble de ceux de la

France, sauf l'extrême Midi méditerranéen. Il est par contre plus sensible aux températures extrêmes et ne semble pouvoir subsister qu'entre 10 et 17° de moyenne vraie de juillet, avec un optimum de 14°.

C'est donc à la température qu'il faut s'adresser pour expliquer sa répartition montagnarde — toutes les montagnes de France et d'Europe suffisamment élevées; une altitude de 1 000 m suffit à faire tomber la température dans les limites prescrites, même dans les Pyrénées et les Cévennes. L'extrême Nord-Ouest de la France, les côtes de Dunkerque à la Bretagne présenteraient les conditions écologiques voulues, si l'on se limite aux deux facteurs indice d'aridité - température vraie de juillet; peut-être peut-on attribuer son absence dans ces régions au climat très différent — nébulosité infiniment plus forte, humidité relative très supérieure à celle d'un climat de montagne. Il n'est pas non plus exclu de supposer que le repeuplement de ces régions à partir des montagnes n'a pu s'effectuer, car elles en sont séparées par de vastes étendues non viables pour l'espèce.

Conclusion.

Les très nombreuses données relatives à *Stauroderus scalaris*, dues au fait qu'il s'agit d'une espèce très commune, ont permis de bien préciser, avec beaucoup de sûreté, ses exigences écologiques. *Presque indifférente aux conditions hygrométriques*, elle peut ainsi vivre partout dans les Alpes et les montagnes européennes jusque dans les régions scandinaves, à faible altitude, et en Sibérie; elle est au contraire *assez sténotherme*, mais son domaine de température convient admirablement aux Alpes françaises où elle peut utiliser comme habitat toute une gamme d'altitudes de 800 à 2 300 m. Elle a pu ainsi se répandre dans toutes les régions des Alpes où sa robustesse lui a permis de devenir la plus commune des espèces montagnardes. *Stauroderus scalaris* est considérée couramment comme une espèce angarienne; son écologie montre parmi les Orthoptères de ce vaste ensemble des caractères assez originaux.

Glyptobothrus apricarius.

Glyptobothrus apricarius appartient au sous-genre *Glyptobothrus* du grand genre *Chortippus*; les carènes latérales du pronotum sont en effet fortement anguleuses. Cette espèce diffère grandement de tous les autres *Glyptobothrus* par un caractère très spécial de nervation élytrale : les nervures cubitale et cubitale postérieure sont en

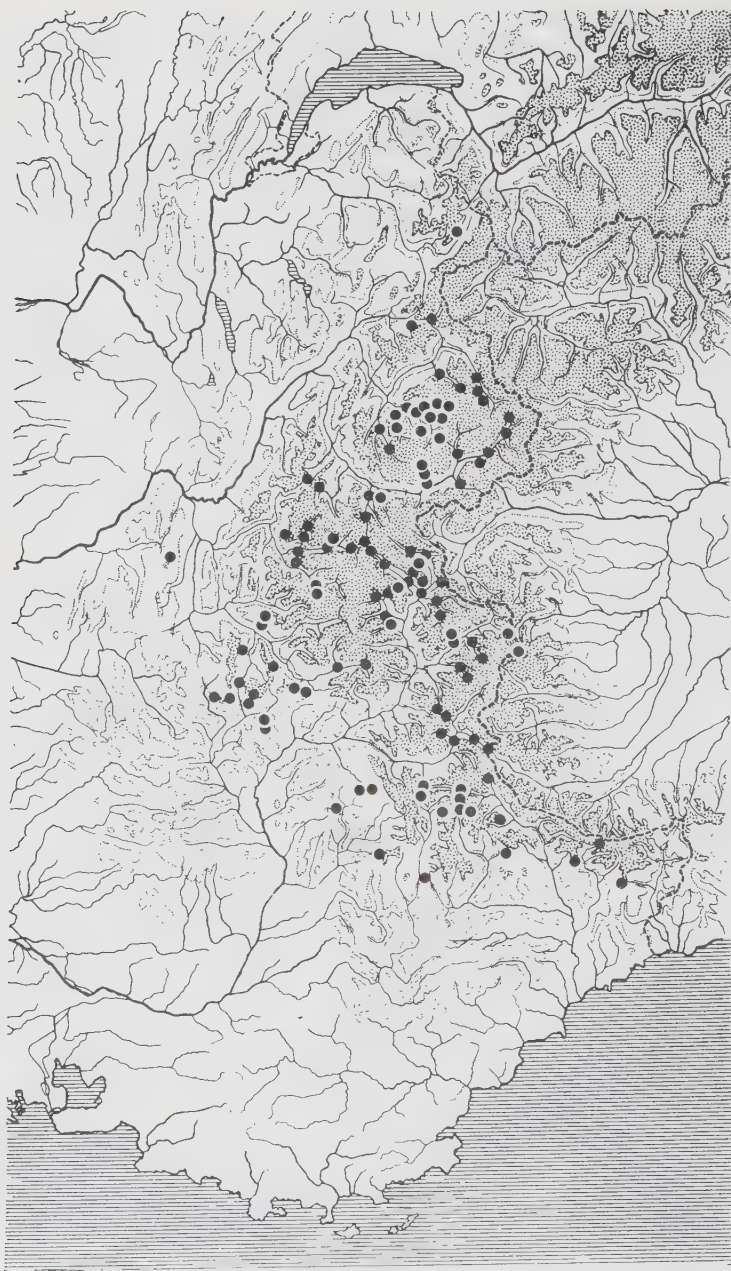


FIG. 153. — Emplacement des relevés contenant *Glyptobothrus apricarius*; cette espèce manque à peu près complètement au N.-W. de l'Isère.

effet confondues sur presque toute leur longueur, sauf à la base.

C'est une espèce de taille moyenne (14 à 16 mm pour le mâle, 18 à 22 mm pour la femelle), de teinte générale brune. Les élytres du

mâle, qui est beaucoup plus petit, sont bien développés, alors que ceux de la femelle, raccourcis, atteignent à peine l'extrémité abdominale.

Contrairement à ce que rapporte la faune de France de CHOPARD (1951), cette espèce est une des plus communes dans les Alpes françaises; elle a été en effet trouvée dans 101 relevés sur 295, exactement 34 %; 1 329 exemplaires en ont été capturés sur 20 000 Orthoptères, soit près de 7 %; *Glyptobothrus apricarius* est donc un constituant important de la population.

Il se trouve réparti dans la majorité des Alpes françaises, excepté le NW; il semble en effet absent de la zone subalpine, du Chablais et des massifs du Mont Blanc et des Aiguilles-Rouges; le Beaufortin marque sa limite septentrionale; il n'existe pas non plus dans la région du Mont Ventoux et de la montagne de Lure (fig. 153).

Il est aussi très commun dans les Pyrénées où nous l'avons trouvé en abondance au cours de brèves recherches, et dans le Massif Central, d'après divers auteurs. En dehors de France, il est largement répandu dans la zone paléarctique, de l'Europe centrale à la Sibérie.

Glyptobothrus apricarius se trouve principalement dans les prairies, soit humides, soit sèches; la majorité de ses captures provient d'une altitude moyenne, entre 1 000 et 2 000 m; il monte quelquefois au-dessus de cette zone, mais ne descend plus bas que très exceptionnellement (un seul relevé à 700 m, en Vanoise).

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes pour lesquelles l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calcule dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Glyptobothrus apricarius*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. apricarius</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. apricarius</i>
Entre 10 et 20.....	39	8	0,20
20 et 30.....	117	63	0,54
30 et 40.....	20	7	0,35
40 et 50.....	80	23	0,29
50 et 60.....	39	0	0

Ces données présentent *Glyptobothrus apricarius* comme une espèce *mésoxérophile* surtout fréquente dans les régions assez sèches, mais moins dans les régions les plus sèches; à mesure que l'humidité augmente, la fréquence baisse et, dans les régions les plus humides,

l'animal est complètement éliminé; l'optimum de l'espèce se situe très nettement dans l'intervalle 20-30 d'indice d'aridité de juillet (fig. 154).

Grâce au grand nombre de relevés dont on dispose, on a pu tracer

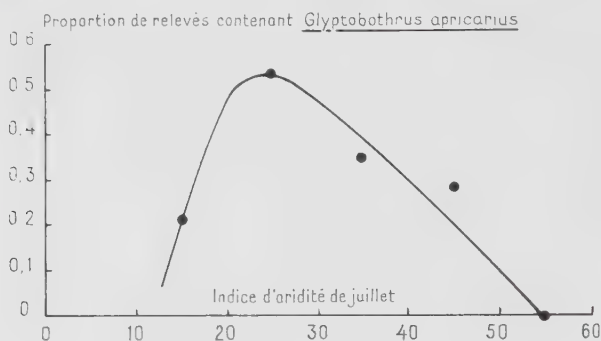


FIG. 154. — Variation de la fréquence de *Glyptobothrus apricarius* en fonction de l'indice d'aridité de juillet.

des courbes différentielles exprimant en fonction de l'altitude la densité moyenne, c'est-à-dire le nombre de *Glyptobothrus apricarius* par mètre carré de relevé, en séparant les relevés des régions sèches (indice

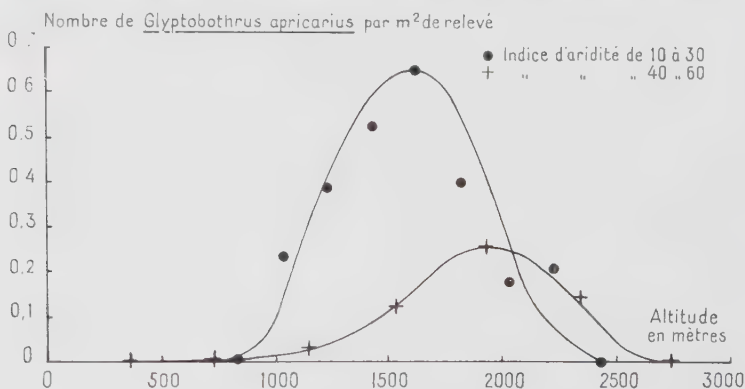


FIG. 155. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Glyptobothrus apricarius* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec); l'espèce apparaît comme un peu xérophile.

d'aridité de juillet de 10 à 30) et ceux des régions humides (indice d'aridité de 40 à 60 et en fait de 40 à 50) (fig. 155).

On obtient deux courbes en cloche très régulières; les classes moins nombreuses adoptées pour celle des régions humides donnent l'illusion qu'elle s'étend plus dans les altitudes élevées; en fait, pour les deux, le relevé le plus haut est à 2 300 m. Le maximum de la courbe des

régions sèches, situé à une altitude un peu moindre, est beaucoup plus élevé que celui des régions humides : 0,65 au lieu de 0,25 par m², ce qui confirme le résultat déjà acquis : *xérophilie* — avec restrictions — de *Glyptobothrus apricarius*.

Influence de la température.

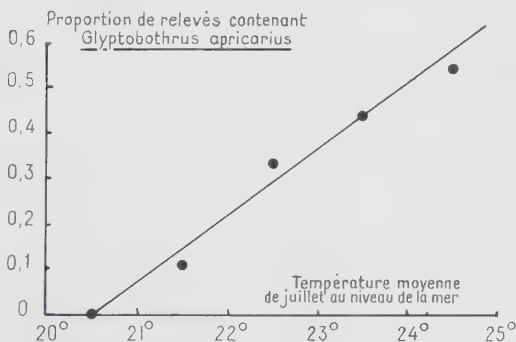
Pour comparer entre eux les relevés d'altitude différente, on utilise la température ramenée au niveau de la mer; les relevés sont répartis en 5 classes où la température varie de degré en degré et on calcule, dans chaque classe, la proportion de relevés contenant *Glyptobothrus apricarius*; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. apricarius</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. apricarius</i>
Entre 20 et 21°.....	39	0	0
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	31	0,33
23 et 24°.....	129	56	0,43
24 et 25°.....	24	13	0,54

La progression très régulière des valeurs obtenues permet d'affirmer qu'en France, *Glyptobothrus apricarius* est d'autant plus fréquent que la température moyenne de la région est plus élevée; ce phénomène est difficile à interpréter pour un insecte de montagne, ne pouvant

FIG. 156.

Variation de la fréquence de *Glyptobothrus apricarius* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; l'espèce préfère manifestement les régions les plus chaudes des Alpes françaises, peut-être simplement à cause de leur sécheresse.



supporter une température trop élevée; il marque peut-être simplement l'absence de l'espèce dans les régions froides, qui sont aussi les plus humides (fig. 156).

On a ensuite tracé les 3 courbes différentielles exprimant en fonction

de l'altitude le nombre de *Glyptobothrus apricarius* par mètre carré de relevé, en groupant séparément les relevés des régions les plus froides (20 à 22°), moyennes (22 à 23°), les plus chaudes (23 à 25°); seules les deux dernières ont évidemment de la valeur, la première ne traduisant qu'un relevé n'est là qu'à titre de comparaison (fig. 157).

Ces deux courbes en cloche sont très régulières, avec une extension en altitude similaire — celle des régions chaudes toutefois un peu plus faible. Le maximum de la courbe des températures moyennes, plus faible (0,5 au lieu de 0,7 par m²), est situé 200 m plus bas à peu près

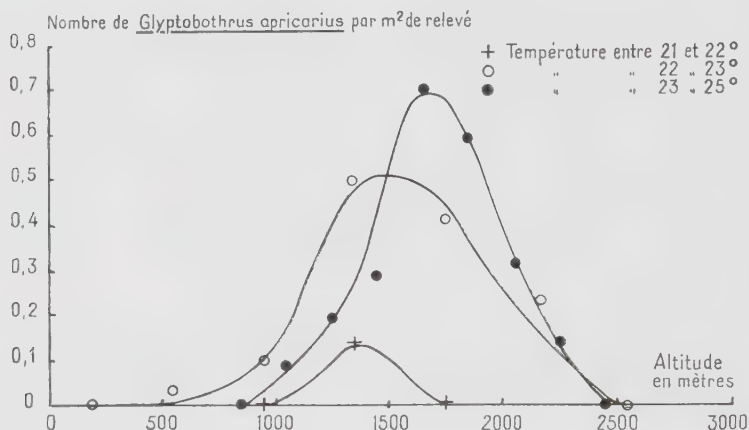


FIG. 157. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Glyptobothrus apricarius* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, ○ climat de juillet moyen, ● climat de juillet chaud).

que celui des températures élevées, ce qui correspond bien à la différence que l'on devait attendre *a priori*, la baisse de température à mesure qu'on s'élève étant au mois de juillet en moyenne 0°,61 par 100 m d'altitude.

Interaction température-humidité.

On a également calculé pour chaque relevé contenant *Glyptobothrus apricarius* la température moyenne *vraie* de juillet correspondante; on trouve une série de valeurs échelonnées entre 8 et 18°5; mais elles ne sont pas également réparties suivant l'humidité régionale correspondante.

On a placé tous les relevés sur un graphique obtenu en portant en abscisses l'indice d'aridité de juillet, en ordonnées la température moyenne *vraie* de juillet (fig. 158); les relevés sont bien répartis entre 8 et 18°5 pour un indice d'aridité compris entre 40 et 50, mais

seulement entre 9°5 et 16° pour un indice d'aridité de 20 à 30 et entre 10°5 et 15°5 pour un indice d'aridité de 10 à 20; la *sténothermie* est donc de *plus en plus* marquée à mesure que la *sécheresse* est *plus grande*; ce cas est unique pour un insecte *xérophile*; on observe généralement le phénomène en sens inverse.

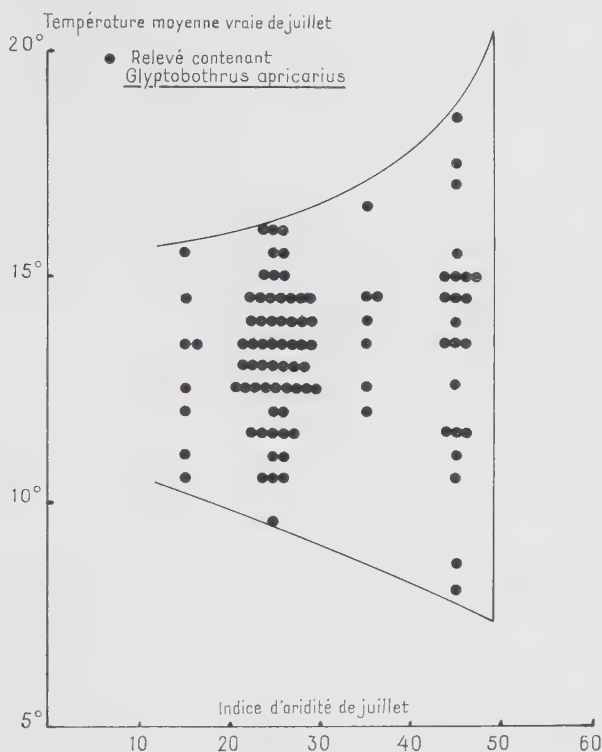


FIG. 158. — La position de l'ensemble des relevés contenant *Glyptobothrus apricarius* sur un diagramme humidité-température vraie définit le *domaine d'existence* de l'espèce; la *sténothermie* est plus prononcée pour les climats secs, chose remarquable pour un Orthoptère plutôt *xérophile*.

Conclusion.

Glyptobothrus apricarius est un Orthoptère dont les exigences écologiques sont très spéciales et même quelque peu aberrantes. Son optimum hygrométrique est situé dans un domaine d'indice d'aridité de juillet compris entre 20 et 30; pour des régions plus sèches, sa fréquence tombe rapidement; pour des régions plus humides, elle diminue plus lentement pour s'annuler au-dessus d'un indice d'aridité de 50.

Mais, pour cet optimum hygrométrique, son domaine de température est moins étendu que dans les régions plus humides, pourtant

moins favorables; lorsqu'on observe un phénomène analogue — chez *Anonconotus alpinus*, *Podisma pedestris*, *Tettigonia cantans* par exemple —, c'est au contraire lorsque l'insecte est placé vers son optimum hygrométrique qu'il est le plus eurytherme, ce qui semble beaucoup plus naturel d'ailleurs.

A la lumière de ce fait, on peut expliquer que *Glyptobothrus apricarius* qui peut supporter une température moyenne de juillet de 18° ne se trouve pas dans une grande partie de la France septentrionale où le Bassin parisien par exemple offre de nombreuses régions qui ne sont pas plus chaudes en été : c'est que ces moyennes élevées ne sont supportées que grâce à une humidité beaucoup plus forte que celle qui règne dans ces régions et d'ailleurs dans presque toute la plaine française; l'espèce est donc en France confinée aux montagnes.

Par contre, il est surprenant que *Glyptobothrus apricarius* n'ait pas été trouvé dans les Vosges, assez humides mais pas trop, et où les températures s'inscriraient facilement dans les limites permises. Si l'insecte ne s'y trouve effectivement pas — ce qui n'est d'ailleurs pas du tout certain, car cette région ne semble pas avoir été suffisamment prospectée —, il semble nécessaire pour expliquer cette absence de faire intervenir un facteur historique comme un réchauffement post-glaciaire ayant éliminé l'espèce des Vosges insuffisamment élevées pour offrir des points de refuge.

L'absence de *Glyptobothrus apricarius* de toute la zone subalpine du Chablais à la chaîne Ventoux-Lure, où règnent pourtant des conditions si variables, n'est probablement qu'une coïncidence; dans tout le Nord de cette région — et dans le massif du Mont Blanc —, c'est l'humidité trop grande qui arrête l'insecte; dans le Sud, on passe presque sans transition au contraire à une sécheresse très prononcée, défavorable également; et, les chaînes n'étant pas très hautes, le climat y est plus prononcé; des massifs très différents voient en effet s'estomper leurs divergences climatiques à mesure qu'on gagne en altitude. La présence de quelques individus de l'espèce dans un relevé unique du Vercors, région qui contient la transition rapide entre ces deux domaines des Alpes sèches et humides, renforce ce point de vue.

Par sa répartition dans la plus grande partie du domaine paléarctique, *Glyptobothrus apricarius* semble bien prendre place dans le vaste groupe des espèces angariennes. Son écologie, difficile à interpréter, ne donne guère d'arguments pour corroborer ou infirmer cette hypothèse.

Glyptobothrus saulcyi daimeï.

Glyptobothrus saulcyi est une espèce rare en France ou plutôt très localisée, existant dans les Pyrénées-Orientales, quelques points très méridionaux du Massif Central — on a créé pour ceux-ci la sous-espèce *reyi* — et de la chaîne alpine, presque uniquement les Alpes-

Maritimes et une partie des Basses-Alpes et du Var. Les individus récoltés dans les Alpes ont été rangés dans la sous-espèce *daimei*, dont le caractère principal, très visible, est constitué par la brièveté des élytres qui ne dépassent pas l'extrémité de l'abdomen et sont même sensiblement plus courts chez les femelles.

Il est impossible de séparer cette espèce d'une autre, *Glyptobothrus binotatus*, avec laquelle elle présente de très fortes affinités; on les différencie surtout par la coloration et la longueur des antennes. Cette dernière espèce comporte aussi la sous-espèce *algoaldensis*, définie à partir d'exemplaires du Mont Aigoual. Les deux espèces sont très proches, et CHOPARD (1951) est assez partisan de faire de la première une forme montagnarde de la seconde.

La réalité semble plus nuancée, car la forme *algoaldensis* est une preuve que *Gl. binotatus* peut pénétrer en montagne. En fait, tout ce complexe semble en pleine évolution et il est probable que de la souche primitive d'origine espagnole sont sorties plusieurs branches encore en voie de différenciation. Nous verrons si les arguments écologiques sont concordants avec cette manière de voir.

Il est à noter que *Gl. binotatus* est répandu à peu près uniquement dans les Pyrénées — habitat probablement primitif — et sur toute la côte atlantique, jusqu'à la Bretagne et même la Normandie; mais l'espèce n'existe pas dans les îles Britanniques.

Les deux espèces sont de taille moyenne, assez colorées; leur aspect rappelle un peu *Glyptobothrus biguttulus*, mais elles sont un peu plus grandes. *Gl. saulcyi daimei* s'en distingue au premier coup d'œil par ses élytres raccourcis; la femelle atteint 27 mm.

Généralités.

Sur 20 000 Orthoptères ramassés dans les Alpes, un peu plus d'une centaine seulement appartenaient à la sous-espèce *daimei* de l'espèce *Gl. saulcyi*; les autres sous-espèces de *Gl. saulcyi* n'ont jamais été capturées, pas plus que *Gl. binotatus*, et c'est donc la seule à représenter ce complexe dans les Alpes; en petit nombre d'ailleurs puisqu'elle ne forme que 0,5 % des captures. Celles-ci se répartissent en 9 relevés seulement sur un total de près de 300, soit moins de 3 % (fig. 159).

Ce petit nombre de captures rend toute étude statistique, tout tracé de courbes différentielles de répartition en altitude quelque peu vains, car on ne dispose pas d'éléments suffisants.

Il a seulement été tracé une courbe exprimant le nombre de *Gl. saulcyi daimei* (par mètre carré de surface de relevé) en fonction de l'altitude, sur l'ensemble des relevés de faible indice d'aridité (10 à 30). L'étude rapportée à l'ensemble des Alpes françaises n'aurait pas

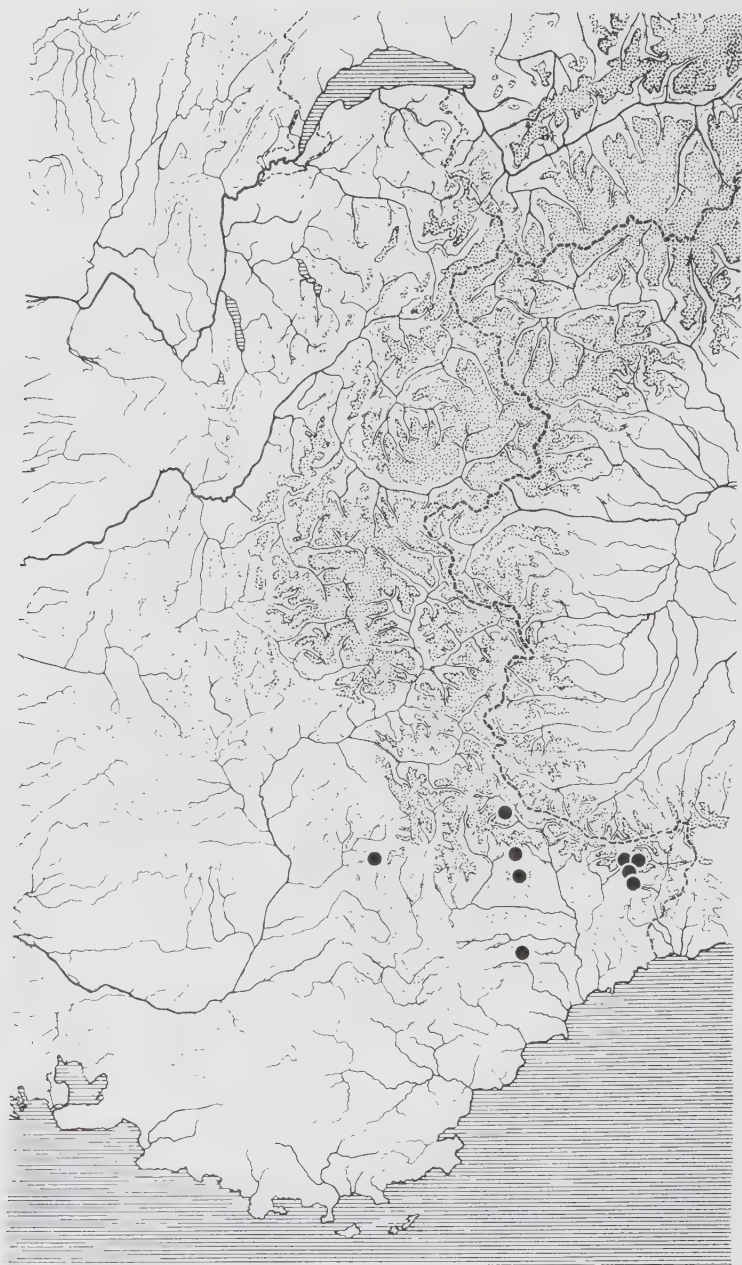


FIG. 159. — Emplacement des relevés contenant *Glyptobothrus saulcyi daime*, espèce oro-méditerranéenne.

grand sens en effet. On obtient une courbe en cloche, fortement dissymétrique, s'étendant entre 1 200 et 2 200 m environ, avec un maximum vers 2 000 m (fig. 160).

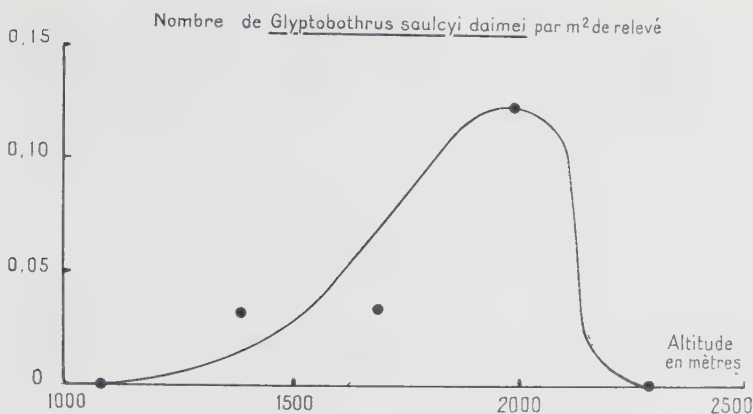


FIG. 160. — Variation de la densité de *Glyptobothrus saulcyi daimeï* en fonction de l'altitude pour les régions d'indice d'aridité de juillet compris entre 10 et 30; il s'agit d'une forme montagnarde.

Influence de l'humidité.

Nous avons déjà vu que cette espèce ne se trouve que dans des régions sèches; il est facile de préciser cette notion en cherchant pour chaque classe d'indice d'aridité la proportion de relevés qui contiennent cette espèce. On obtient le tableau suivant, très significatif :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. s. daimeï</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. s. daimeï</i>
Entre 10 et 20.....	39	5	0,13
20 et 30.....	117	4	0,03
30 et 40.....	20	0	0
40 et 50.....	80	0	0
50 et 60.....	39	0	0

La courbe correspondante est représentée par la figure 161.

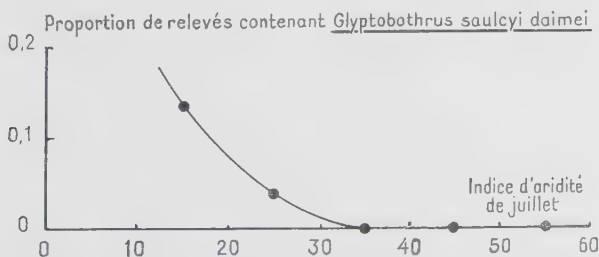


FIG. 161. — Variation de la fréquence de *Glyptobothrus saulcyi daimeï* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; cet Orthoptère est fortement xérophile.

Ce tableau montre bien l'attachement très fort que manifeste *Glyptobothrus saulcyi daimeï* au milieu sec, et il semble bien qu'un indice d'aridité de juillet de 30 soit le maximum que peut supporter l'espèce. C'est là le premier trait marquant de sa biologie et le plus important.

Influence de la température.

Cherchons de même à mettre en évidence la proportion de relevés contenant *Glyptobothrus saulcyi daimeï* pour les différentes catégories de relevés classés de degré en degré, suivant la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. s. daimeï</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. s. daimeï</i>
Entre 20 et 21°.....	39	0	0
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	0	0
23 et 24°.....	129	1	0,01
24 et 25°.....	24	8	0,33

On pourrait conclure d'après ce tableau à une grande thermophilie de l'espèce; en fait, ce n'est pas du tout exact, car elle ne se trouve qu'en montagne, et il est très probable que la localisation de *Gl.*

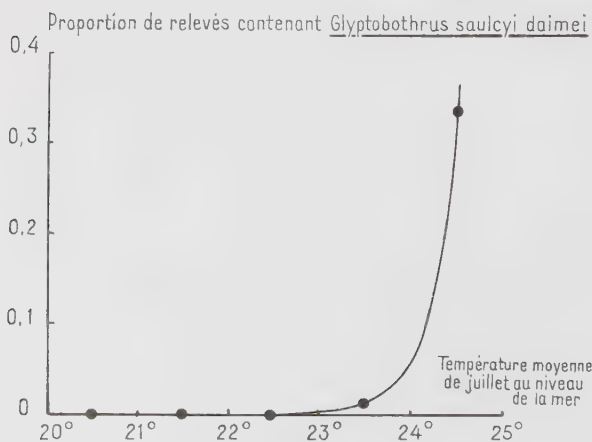


FIG. 162.

Variation de la fréquence de *Glyptobothrus saulcyi daimeï* en fonction de la température moyenne de juillet, ramenée au niveau de la mer.

saulcyi daimeï dans les régions les plus chaudes des Alpes françaises n'est due qu'au simple fait que ces régions sont aussi les plus sèches (fig. 162).

Ce tableau a toutefois une grande importance, car si l'on se reporte à la courbe indiquant la répartition altitudinale de cet Orthoptère, il fixe la température au niveau de la mer des régions de capture à 24°5 C en moyenne; en admettant la valeur de 0°61 C pour décroissance de la température par 100 m d'altitude, on en déduit facilement les valeurs extrêmes supportées par l'espèce : 12° C minimum, 16°5 C maximum environ de moyenne de juillet, avec un optimum voisin de 13° C. Il s'agit donc d'une forme supérieurement sténotherme, vivant dans une étroite bande de conditions écologiques.

Résultats écologiques.

Glyptobothrus saulcyi daimeï est donc un Orthoptère très exigeant sur les conditions physiques du milieu qu'il fréquente : indice d'aridité inférieur à 30, température vraie comprise entre 12° et 16°5, telles sont ses strictes limites.

Si l'on cherche les régions de France où ces deux conditions sont simultanément réalisées, on trouve, en dehors de l'extrême Sud des Alpes, plusieurs autres régions qui sont : la bordure sud du Massif Central (Cévennes, Aigoual), les Pyrénées-Orientales et une bonne partie de la Bretagne et de la Normandie. Théoriquement, *Gl. saulcyi daimeï* devrait pouvoir y vivre si les facteurs analysés sont bien ceux qui conditionnent l'espèce — ou plutôt la variété.

En fait, on ne l'y trouve pas, mais ce n'est certainement pas un effet du hasard de constater qu'en chacune de ces régions elle est remplacée par une sous-espèce du même groupe : *Gl. binotatus algoaldensis*, *Gl. saulcyi reyï* sur la bordure méridionale du Massif Central, *Gl. binotatus* s. str. et *Gl. saulcyi* s. str. dans les Pyrénées-Orientales, *Gl. binotatus* s. str. sur toute la côte atlantique jusqu'en Normandie. Ces formes sont d'ailleurs assez étroitement localisées, à l'exception de la dernière dont l'aire, beaucoup plus vaste, comprend aussi une grande partie des Pyrénées.

On peut avancer sans trop de crainte d'erreur que ces conditions écologiques sont déterminantes pour toutes ces formes, sauf *Gl. binotatus* s. str. qui en diffère par la possibilité de supporter des températures plus élevées, mais probablement pas supérieures à 20°. Les autres formes en sont probablement dérivées par mutations et ségrégation qui en ont fait des variétés de montagnes plus sténothermes. Il est tentant de penser à une souche commune pyrénéenne, venue d'Espagne récemment, et qui s'est divisée en deux branches, l'une atlantique (*Gl. binotatus*), l'autre méditerranéenne (*Gl. saulcyi*), cette dernière devenue entièrement thermophobe et réfugiée en montagne.

Conclusion.

L'étude de ce complexe de formes voisines de *Glyptobothrus saulcyi daimei* est particulièrement intéressante par le fait qu'il révèle, en plus de parentés morphologiques, des affinités écologiques évidentes que, par bonheur, température et indice d'aridité mettent parfaitement en valeur, ce qui justifie entre autres l'emploi un peu arbitraire que ce dernier facteur. Enfin, il n'est pas interdit, à la lumière de ces faits, de hasarder une hypothèse sur l'évolution de ce petit groupe d'Orthoptères.

Glyptobothrus du groupe *biguttulus-bicolor-mollis*.

Trois espèces de *Glyptobothrus* : *biguttulus*, *bicolor* et *mollis*, forment un complexe très homogène et difficile à séparer; ils seront étudiés ici comme un seul ensemble écologique. Disons cependant qu'il a été rencontré dans les relevés des Alpes peu d'individus qu'on puisse sûrement rapporter à *Gl. bicolor* (dont, d'après ANDER, le nom devrait être changé en celui de *Gl. brunneus*) et que les deux autres espèces sont difficiles à séparer, mais qu'il semble que la majorité des individus doit être rapportée à l'espèce *Gl. biguttulus*; aussi, malgré toute l'incertitude qui s'attache à la difficile détermination de ces trois espèces — bien que les auteurs allemands semblent être sur ce sujet catégoriquement affirmatifs, ce qui semble étonnant à qui en a vu des milliers d'exemplaires —, on peut dire que cette étude portera sur un ensemble d'individus appartenant en grande majorité à l'espèce *Glyptobothrus biguttulus*. De longues et pénibles déterminations individuelles seraient nécessaires pour obtenir une plus grande précision, et sortiraient un peu du cadre restreint de ce travail; il sera cependant souhaitable, dans des travaux ultérieurs, de revenir sur ce point que nous persistons à considérer comme un détail.

Ce sont trois espèces d'Acridiens très semblables, d'assez petite taille, de nervulation alaire voisine, de coloration très variable et absolument parallèle dans l'ensemble du groupe; de légères différences dans la forme des élytres sont les principaux caractères utilisables pour la détermination des exemplaires de collection, surtout mâles. Enfin, leurs tailles ne sont pas les mêmes : *bicolor* est le plus grand, *mollis* le plus petit, *biguttulus* intermédiaire, mais les domaines de taille des trois espèces chevauchent largement. Le chant, assez différent, ne peut évidemment être utilisé que pour les mâles vivants, en petit nombre, et non sur de vastes réunions d'insectes (PERDECK, 1958).

Ce sont des animaux communs, paraît-il, dans toute la France, bien que les renseignements vraiment précis sur la répartition des

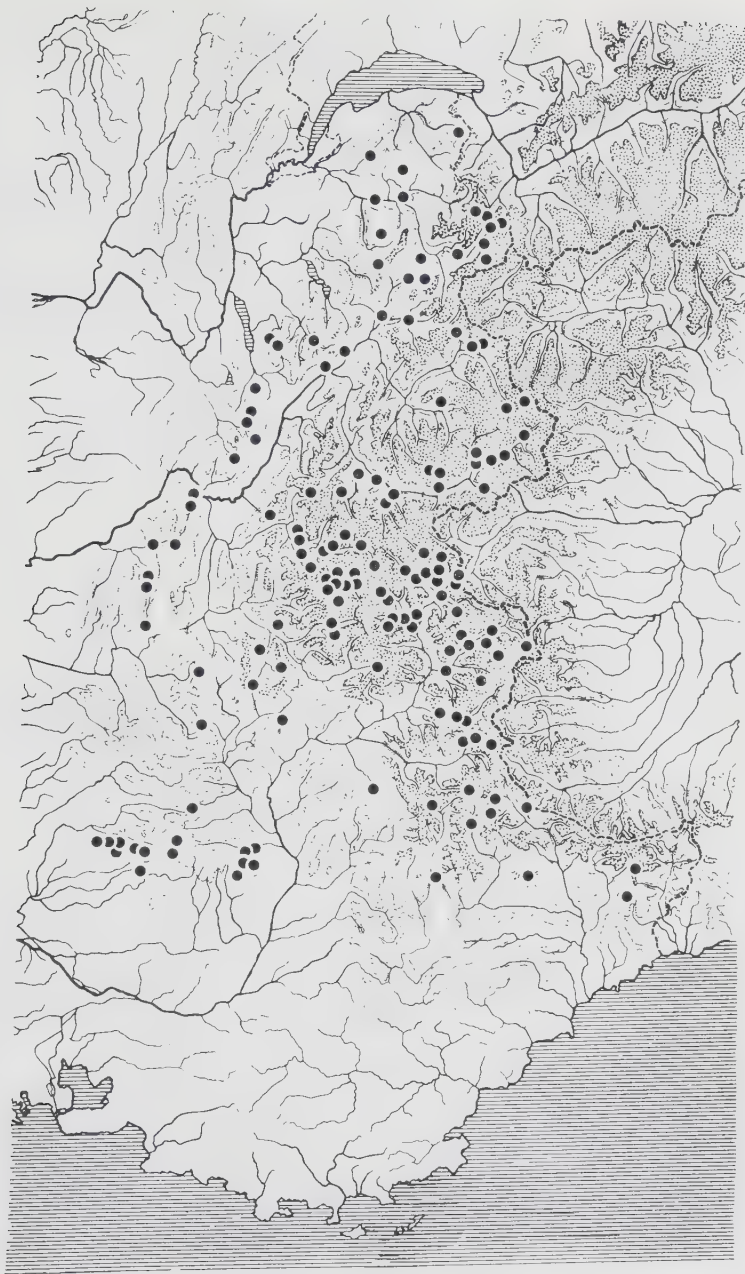


FIG. 163. — Emplacement des relevés
contenant *Glyptothrus biguttulus-bicolor-mollis*.

trois espèces manquent; on les trouve en Afrique du Nord et dans une grande partie de la région paléarctique. Très abondants dans les Alpes, ils forment une partie importante des populations (fig. 163).

Répartition générale.

Environ 2 200 individus rapportés à ce groupe d'espèce ont été récoltés sur un total de 20 000 échantillons environ, soit à peu près 11 % des populations d'Orthoptères des Alpes françaises. C'est donc un complexe d'espèces qui forme une importante fraction de la faune; de plus, on le trouve présent dans 143 relevés sur 295, soit dans 48 % des cas — près de la moitié.

Lorsqu'on sépare Alpes du Nord et Alpes du Sud, cette dernière région apparaît tout de suite plus riche; les captures sont plus fré-

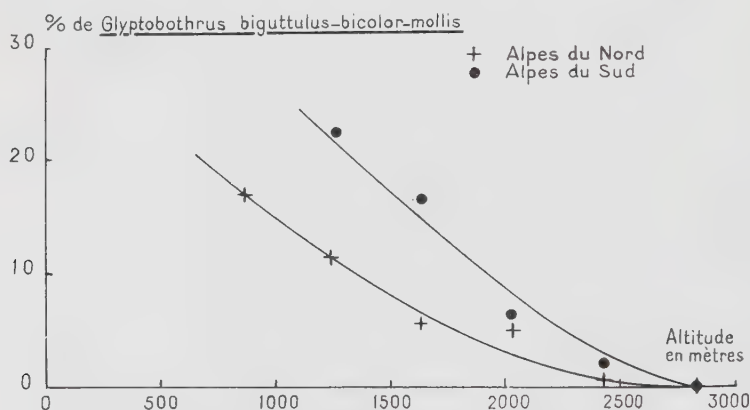


FIG. 164. — Variation des proportions de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* dans les relevés en fonction de l'altitude (+ Alpes du Nord, • Alpes du Sud).

quentes et plus abondantes; on peut en donner une représentation, excellente pour fixer les idées, en portant en abscisses l'altitude et en ordonnées le pourcentage de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* dans la population. On obtient deux courbes régulièrement descendantes quand l'altitude augmente et qui tendent vers zéro vers 2 500 m; celle qui correspond aux Alpes du Sud a constamment une ordonnée à peu près double de l'autre : le pourcentage de ce complexe dans la faune d'Orthoptères y est en moyenne deux fois plus fort (fig. 164).

Tout ceci annonce que *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* présente une affinité marquée pour les climats plus chauds et plus secs.

Influence de l'humidité.

Elle sera étudiée par le biais de l'indice d'aridité; tous les relevés sont classés en 5 catégories dont les indices d'aridité de juillet sont croissants et, dans chacune, on examine la proportion de ceux qui contiennent *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. b. b. m.</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. b. b. m.</i>
Entre 10 et 20.....	39	25	0,64
20 et 30.....	117	64	0,54
30 et 40.....	20	15	0,75
40 et 50.....	80	28	0,35
50 et 60.....	39	11	0,28

Ce tableau montre tout de suite que les régions sèches (indices d'aridité faibles) sont bien plus favorables à cet ensemble d'espèces que les régions humides (indices d'aridité élevés). Si l'on négligeait la valeur obtenue pour l'indice moyen (entre 30 et 40), d'ailleurs la moins sûre car obtenue avec beaucoup moins de relevés que les

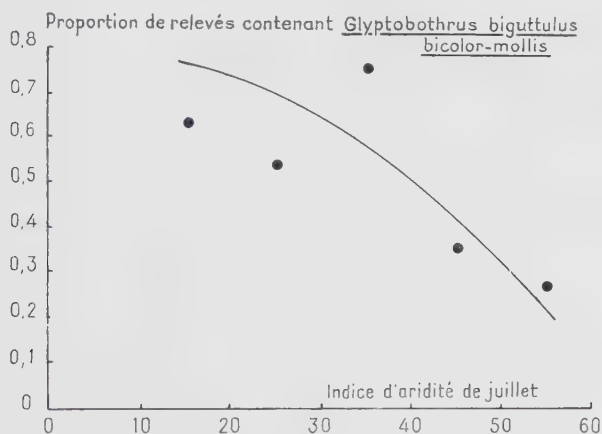


FIG. 165. — Variation de la fréquence de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; ce groupe est nettement xérophile, quoique présent dans tous les climats.

autres, une droite à peu près parfaite serait la représentation graphique de la proportion de relevés contenant *Gl. b. b. m.* en fonction de l'indice d'aridité (fig. 165). Il est à noter toutefois que ces Orthoptères supportent assez bien la forte humidité, car leur proportion y est encore élevée; leur résistance à ces conditions, plutôt défavorables pour eux, est donc excellente.

Pour compléter ces données, on étudie les variations en fonction de l'altitude, du nombre de *Gl. b. b. m.* au mètre carré de relevé en séparant les relevés de région humide — indice d'aridité de 40 à 60 — et ceux de région sèche — indice d'aridité de 10 à 30. On obtient deux courbes qui tendent vers zéro vers une altitude de 2 400 m après une descente régulière; mais la première part, pour les faibles altitudes, d'un palier voisin de 0,4 au m², et la seconde d'un palier

de 1,5 environ au m². Il s'agit donc d'une espèce de plaine, existant à peu près partout, mais au moins trois fois plus abondante en région sèche qu'en région humide, et qui monte très haut en montagne, la différence s'atténuant progressivement (fig. 166).

Tout cela confirme donc l'idée d'une espèce robuste, plutôt *xérophile*, mais parfaitement capable de garder encore une densité assez forte dans les lieux les plus humides, probablement à la faveur de certains microclimats plus favorables; sa souplesse s'accommode des conditions montagnardes et même alpines et en fait un constituant important des faunes d'altitude élevée.

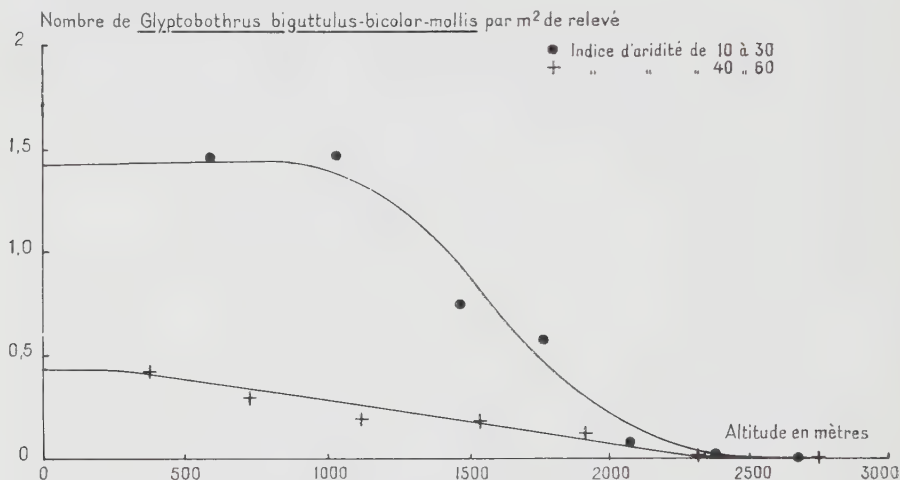


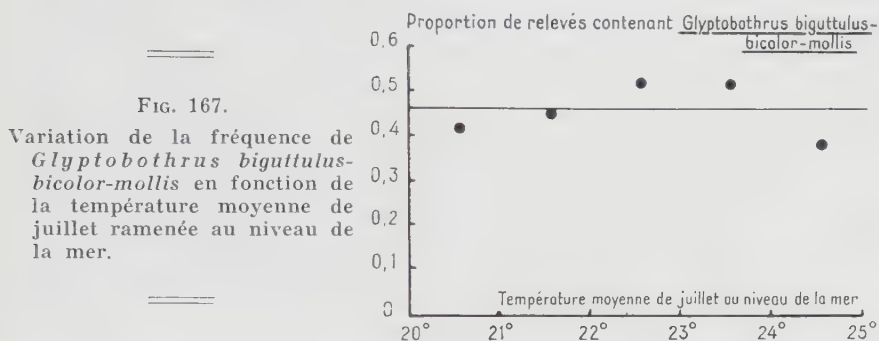
FIG. 166. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec); la *xérophilie* du groupe est confirmée.

Influence de la température.

Afin de pouvoir comparer des relevés d'altitudes différentes, on utilisera les températures ramenées au niveau de la mer; tous les relevés peuvent être divisés alors en cinq classes et la répartition de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* se fait entre elles de la façon suivante :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. b. b. m.</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Gl. b. b. m.</i>
Entre 20 et 21°.....	39	19	0,49
21 et 22°.....	9	4	0,44
22 et 23°.....	94	48	0,51
23 et 24°.....	129	65	0,50
24 et 25°.....	24	9	0,37

Ce tableau ne montre pas clairement d'influence de la température sur la présence ou l'absence de ce groupe d'espèces; un léger fléchissement pour les températures élevées ne semble pas très significatif;



si l'on voulait tracer une courbe représentant les variations de la dernière quantité en fonction de la température au niveau de

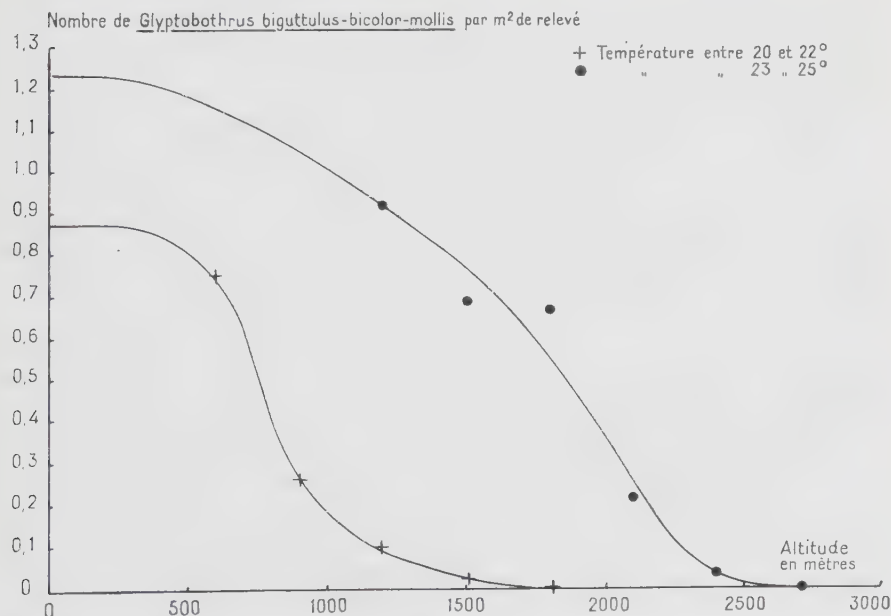


FIG. 168. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, • climat de juillet chaud).

la mer, une droite horizontale représenterait le mieux les faits (fig. 167).

Pour avoir des renseignements supplémentaires, on tracera les

courbes exprimant les variations de la densité de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* en fonction de l'altitude en séparant les relevés des régions les plus froides (20 à 22° de moyenne de température de juillet) et des régions les plus chaudes (23 à 25°) (fig. 168). On obtient deux courbes assez analogues à celles de l'étude précédente; mais celle des régions froides, située entièrement au-dessous de celle des régions chaudes, tombe beaucoup plus vite que la seconde et s'annule vers 1 800 m d'altitude alors que l'autre s'étend jusqu'à 2 400 m. Ceci est tout à fait naturel, une température trop faible ne permettant pas à l'insecte de s'élever aussi haut et de coloniser autant la haute montagne qu'une température plus élevée. Quant aux paliers de départ, correspondant à la densité en plaine, ils ne sont pas très bien connus, mais leurs valeurs ne semblent pas très éloignées l'une de l'autre : environ 0,9 et 1,2 au mètre carré.

Résultats écologiques.

Tout ceci montre que le complexe d'espèces *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, s'il existe un peu partout en plaine où il est très commun dans toute la France, peut s'acclimater parfaitement dans toutes les Alpes françaises et monter presque aussi haut que les espèces proprement alpines. L'étude des courbes de répartition altitudinale en fonction de la température montre qu'une moyenne de 8°5 C pour le mois de juillet suffit à son cycle annuel; il ne rencontre pas en France la borne supérieure de température qui limiterait son expansion — il s'y rencontre partout. C'est donc un groupe d'espèces très *eurythermes*, avec une légère préférence pour des températures assez élevées.

Son comportement en face de l'humidité montre en revanche une préférence très nette pour les milieux secs, où il est à la fois plus fréquent et plus abondant; toutefois, il se maintient parfaitement dans les régions plus humides, à la faveur probablement de microclimats favorables. *Sa xérophilie n'est donc pas absolue* et ces Orthoptères se révèlent presque aussi largement répandus dans des milieux d'hygrométries diverses que de températures diverses. Il est probable toutefois que si des conditions défavorables dans ces deux domaines sont réalisées — sans sortir des bornes du domaine français —, elles conjuguent leurs effets : c'est ainsi que l'on constate que ces insectes montent moins haut proportionnellement qu'on ne l'attendrait, dans les montagnes humides et froides à la fois, si l'on compare avec les altitudes très élevées atteintes dans les Alpes du Sud.

Conclusion.

Le complexe d'espèces *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* (les résultats obtenus se rapportant probablement pour une grande majorité à la première espèce) est très résistant à des conditions écologiques variées : animaux de plaine, ils peuvent pénétrer très haut dans les massifs montagneux, se rencontrent un peu partout en France où ils sont très abondants; ils sont cependant quelque peu thermophiles et xérophiles si l'on se place dans les limites de nos régions. Faisant partie des éléments angariens de notre faune, c'est un des groupes dont l'écologie, très souple, a permis la plus vaste extension géographique.

Chorthippus albomarginatus et *Chorthippus dorsatus*.

Ces deux espèces très voisines et difficiles à distinguer font partie du grand genre *Chorthippus* souvent considéré comme un vaste ensemble où rentrent aussi les *Glyptobothrus*; elles appartiennent aux *Chorthippus sensu stricto*. Leur seule différence est en fait une sinuosité plus ou moins marquée des carènes latérales du pronotum, presque droites chez *Chorthippus albomarginatus*, légèrement sinueuses chez *Chorthippus dorsatus*; à part cela, les deux espèces sont extrêmement semblables, et comme cet unique caractère est souvent difficile à apprécier, dans bien des cas l'appartenance d'un échantillon à l'une ou l'autre n'a pu être exactement définie. Leur taille est assez faible (14 à 18 mm pour les mâles, 19 à 26 mm pour les femelles) et leurs colorations très variables du vert au brun (L'HÉRITIER, 1944 a).

En raison de la grande difficulté que l'on éprouve à distinguer les deux espèces et aussi en raison de leur rareté dans les Alpes au-dessus des parties les plus basses des vallées où la faune n'a plus rien de montagnard, elles ont été réunies dans cette étude et il ne semble pas que cette confusion soit abusive car leurs écologies paraissent très voisines.

8 relevés seulement ont montré ces espèces et il n'en a été ramassé que 250 individus sur 20 000 Orthoptères. 3 de ces relevés, dans la Vanoise, les Grandes-Rousses et les Aiguilles d'Arves, contenaient 235 de ces échantillons, qui y composaient une partie très importante de la population, et il semble que ce cas soit assez fréquent; dans les autres, il n'a été trouvé que quelques individus.

Les 8 relevés contenant ces espèces proviennent des parties les plus diverses des Alpes françaises, depuis les Bauges et la Vanoise jusqu'aux Alpes-Maritimes (fig. 169); il sera donc difficile d'en tirer



FIG. 169. — Emplacement des relevés
contenant *Chorthippus albomarginatus* et *dorsatus* (▲),
et *Euchorthippus declivus* (●).

des renseignements sur leur écologie. Elles sont répandues d'autre part dans toute la France et l'Europe ainsi qu'une grande partie de l'Asie et pénètrent même en Afrique du Nord.

Répartition en altitude.

Malgré le petit nombre des relevés utilisés, on a tracé une courbe exprimant en fonction de l'altitude la densité de ces espèces par mètre carré; la courbe obtenue n'est malheureusement guère régulière. On n'en connaît pas la partie correspondant aux faibles altitudes, mais il est probable que la densité y est bien plus forte; elle s'abaisse ensuite assez rapidement au-dessus de 1 000 m et s'annule à 1 800 m (fig. 170). Le relevé le plus haut contenant ces *Chorthippus* a été fait en Ubaye, à 1 700 m d'altitude. Il est clair que ces espèces, très communes en plaine, ne s'aventurent que très rarement en montagne, à la faveur de circonstances d'ailleurs difficiles à préciser.

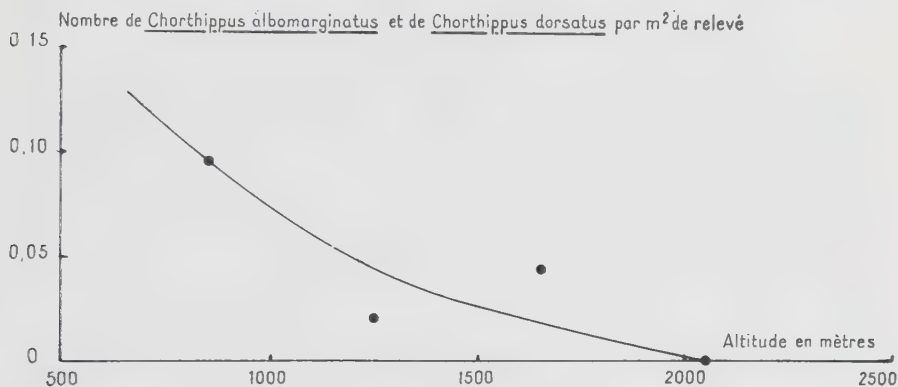


FIG. 170. — Variation de la densité de *Chorthippus albomarginatus* et *Chorthippus dorsatus* réunis, en fonction de l'altitude, pour l'ensemble des Alpes françaises.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes pour lesquelles l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calcule dans chaque classe la proportion de relevés contenant l'une au moins de ces deux espèces de *Chorthippus* et on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Chorthippus a. et d.</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Chorthippus a. et d.</i>
Entre 10 et 20.....	39	0	0
20 et 30.....	117	5	0,04
30 et 40.....	20	1	0,05
40 et 50.....	80	2	0,02
50 et 60.....	39	0	0

Il est malheureusement tout à fait impossible de tirer quelque renseignement que ce soit de ce tableau; les relevés y sont dispersés et en nombre si faible dans chaque classe que les fluctuations aléatoires masquent complètement une orientation quelconque. Il est naturellement encore plus vain de tracer des courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude.

Influence de la température.

Pour éliminer l'influence de l'altitude, on répartit tous les relevés en 5 classes entre lesquelles la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer varie de degré en degré et on calcule, dans chaque classe la proportion de relevés contenant l'une ou l'autre de ces deux espèces; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Chorthippus a. et d.</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Chorthippus a. et d.</i>
Entre 20 et 21°.....	39	1	0,02
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	3	0,03
23 et 24°.....	129	3	0,02
24 et 25°.....	24	1	0,04

De même que pour l'influence de l'humidité, on ne peut tirer de ce tableau aucun renseignement valable, et les courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude n'auraient pas non plus de valeur.

Les températures vraies de chaque relevé contenant ces *Chorthippus* s'échelonnent entre 13° et 18°5. Ils peuvent donc supporter une température moyenne de juillet de 13° au minimum; la température maximum ne peut naturellement se déduire de ces relevés provenant seulement des Alpes et elle est à coup sûr supérieure à 19°, puisque ces espèces existent dans toute la France et atteignent même l'Afrique du Nord.

Conclusion.

L'étude des relevés des Alpes ne peut donc pas renseigner sur l'écologie de *Chorthippus albomarginatus* et *Chorthippus dorsatus*. On sait seulement par ailleurs que ces espèces semblent préférer une humidité moyenne et on les rencontre de fait surtout dans des micro-climats assez humides. Un autre renseignement est leur possibilité

de supporter une température moyenne assez basse en juillet, de l'ordre de 13°. Il paraît alors curieux de ne pas les rencontrer plus fréquemment dans le territoire des Alpes françaises et il est bien difficile, avec le petit nombre de données dont on dispose, d'en donner la raison; il est toutefois possible que ces espèces ne puissent supporter que difficilement les minima de température assez bas qui interviennent la nuit en altitude et qu'ils aient besoin d'une température plus également répartie.

La distribution de ces espèces évoque une origine angarienne; les renseignements apportés sur leur écologie en montagne sont trop incomplets pour pouvoir corroborer cette hypothèse.

Chorthippus longicornis.

Chorthippus longicornis fait partie du grand genre *Chorthippus sensu stricto*, dont les carènes latérales du pronotum sont droites ou presque droites, par opposition aux *Glyptobothrus*. Il s'agit d'espèces qui se rencontrent à peu près dans toute la France, sauf *Chorthippus jucundus* qui s'éloigne peu du littoral méditerranéen. Avec *Chorthippus montanus*, il compose un groupe de deux espèces très voisines, qui ne se distinguent que par les valves de l'oviscapte très longues chez cette dernière, qui n'a d'ailleurs jamais été trouvée dans les relevés des Alpes.

C'est un Orthoptère de taille moyenne (14 à 16 mm pour les mâles, 17 à 23 mm pour les femelles). Le dimorphisme sexuel est très marqué, le mâle ayant des élytres normaux et la femelle présentant un brachyptérisme très poussé; aucun des deux sexes n'est d'ailleurs capable de vol, car leurs ailes sont très courtes. Il existe une forme macroptère, rencontrée une fois dans le relevé 423, dans le massif de la Grande-Chartreuse, sur une femelle. *Chorthippus longicornis* présente une coloration très variable, dont le déterminisme est probablement en grande partie génétique (RUBTZOV, 1935); à part cela, morphologiquement, c'est une espèce qui semble très homogène, sans races locales et sans variétés marquées.

Chorthippus longicornis existe en principe dans toute la France, une grande partie de l'Europe et de l'Asie paléarctique. Il a été trouvé dans 153 relevés sur 295 effectués dans l'ensemble des Alpes, soit 52 %; c'est donc une espèce très commune, et qui atteint souvent une forte densité quand les circonstances lui sont favorables, principalement dans les prairies pas trop sèches; plus de 3 000 exemplaires en ont été récoltés sur 20 000 Orthoptères environ, soit une proportion voisine de 15 %.

Un examen même superficiel de sa répartition géographique dans les Alpes françaises montre qu'il est beaucoup plus fréquent dans

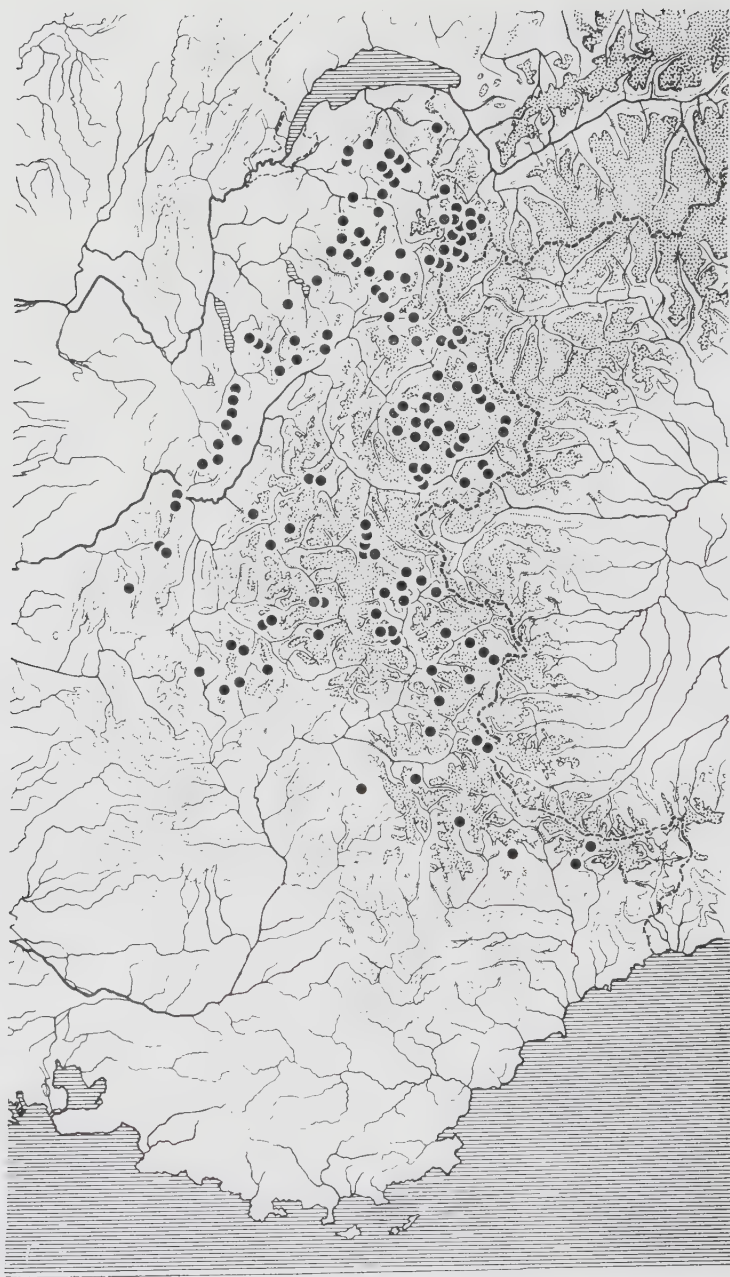


Fig. 171. — Emplacement des relevés contenant *Chorthippus longicornis*.

les Alpes du Nord que dans les Alpes du Sud (122 relevés contre 31) (fig. 171). Nous allons essayer de préciser les causes de cette répartition par l'étude des principaux facteurs qui agissent sur elle.

Répartition en altitude.

Pour se rendre compte pleinement de l'importance de cette espèce dans les populations d'Orthoptères, on a tracé la courbe de son pourcentage moyen dans l'ensemble des relevés, en fonction de l'altitude, en séparant les Alpes du Nord des Alpes du Sud (fig. 172).

Le résultat est très frappant; la courbe des Alpes du Sud est une courbe en cloche très régulière, s'étendant à peu près de 1 000 à 2 500 m et dont le maximum, vers 1 800, est de l'ordre de 13 %; dans cette région, par conséquent, *Chorthippus longicornis* se com-

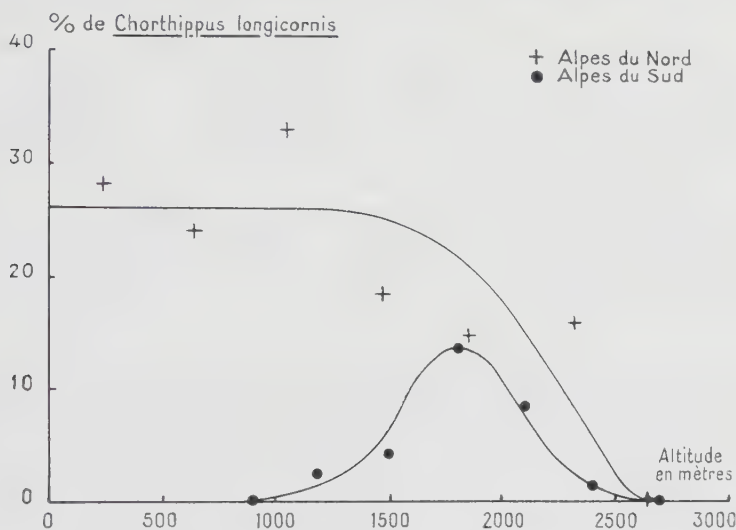


FIG. 172. — Variation des proportions de *Chorthippus longicornis* dans les relevés en fonction de l'altitude (+ Alpes du Nord, • Alpes du Sud).

porte comme une espèce de montagne et ne vit pas en plaine; sa densité dans la zone de moyenne altitude est assez forte puisque 13 % des Orthoptères ramassés à 1 800 m sont des *Chorthippus longicornis*.

La courbe des Alpes du Nord est plus difficile à tracer, car la dispersion des points est bien plus grande; son allure générale est cependant assez claire : elle est probablement voisine de l'horizontale de 0 à 1 500 m environ, puis commence à baisser pour s'annuler vers 2 600 m. Par conséquent, dans cette région, *Chorthippus longicornis* existe en plaine, mais est capable de monter jusqu'à des altitudes très élevées. Sa proportion jusque vers 1 500 m est très forte, de l'ordre de 25 %; cette espèce forme donc le quart des populations des basses vallées et des moyennes montagnes, ce qui est une fraction très importante.

Il arrive que cette espèce arrive à dépasser en altitude des espèces véritablement montagnardes; par exemple au Mont Lachat, dans la vallée de Chamonix, *Chorthippus longicornis* forme encore d'importantes populations vers 2 100 m d'altitude, alors que plusieurs espèces de montagne comme *Aeropus sibiricus*, *Metrioptera saussuriana*, *Euthystira brachyptera*, etc., s'arrêtent vers 1 900 m.

Influence de l'humidité.

On commencera par évaluer la moyenne de présence ou d'absence de l'espèce en fonction de l'indice d'aridité et on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. longicornis</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. longicornis</i>
Entre 10 et 20.....	39	6	0,16
20 et 30.....	117	39	0,33
30 et 40.....	20	11	0,55
40 et 50.....	80	59	0,74
50 et 60.....	39	39	1,00

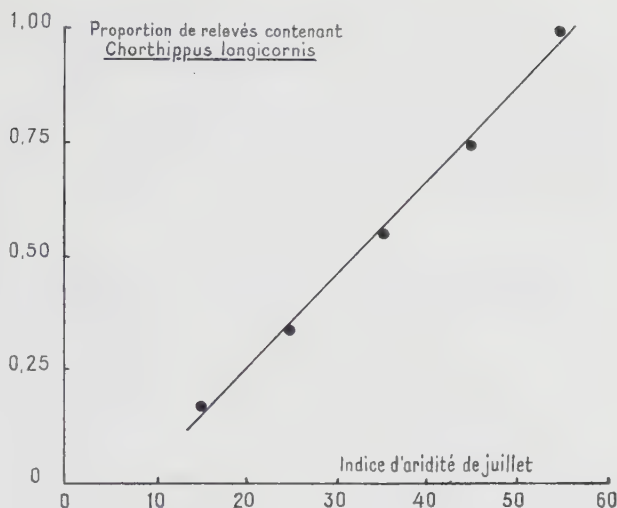
Il est clair que *Chorthippus longicornis* est très sensible à la plus ou moins grande humidité; il existe avec une fréquence non négligeable dans les lieux secs, mais il est de plus en plus fréquent à mesure que l'humidité croît, jusqu'à être présent dans *tous* les relevés des lieux les plus humides. La courbe obtenue en portant en abscisses l'indice d'aridité, en ordonnées la proportion de relevés contenant *Chorthippus longicornis*, est pratiquement une droite très régulière, ce qui permet d'augurer favorablement de la valeur des résultats (fig. 173).

Examinons maintenant la densité des populations; sa variation en fonction de l'altitude sera examinée pour l'ensemble des relevés d'indice d'aridité entre 10 et 30, et pour l'ensemble des relevés d'indice d'aridité entre 40 et 60 (fig. 174).

La courbe des indices de 10 à 30, c'est-à-dire celle des lieux secs, est voisine d'une courbe en cloche s'étendant à peu près de 500 à 2 500 m d'altitude avec, vers 1 500 m un maximum assez faible de l'ordre de 0,3 par m²; par conséquent, dans les lieux secs, *Chorthippus longicornis* ne peut vivre qu'en montagne, où il trouve une humidité suffisante et ne peut descendre jusqu'en plaine, que la sécheresse lui interdit. Au contraire, la courbe des lieux humides (d'indice d'aridité entre 40 et 60) semble être à peu près constante de 0 à 2 000 m, avec une valeur voisine de 1,2 par m²; les points très dispersés sont d'ailleurs d'interprétation assez malaisée; puis la densité tombe assez vite et s'annule à peu près au même point que pour l'autre courbe;

FIG. 173.

Variation de la fréquence de *Chorthippus longicornis* en fonction de l'indice d'aridité; on obtient une droite très régulière dont la croissance rapide indique une espèce fortement *hygrophile*.



par conséquent, l'espèce a en montagne jusqu'à une altitude élevée la même densité qu'en plaine, d'ailleurs très forte, et ce n'est qu'à partir de 2 000 m qu'intervient un facteur limitant, probablement le froid.

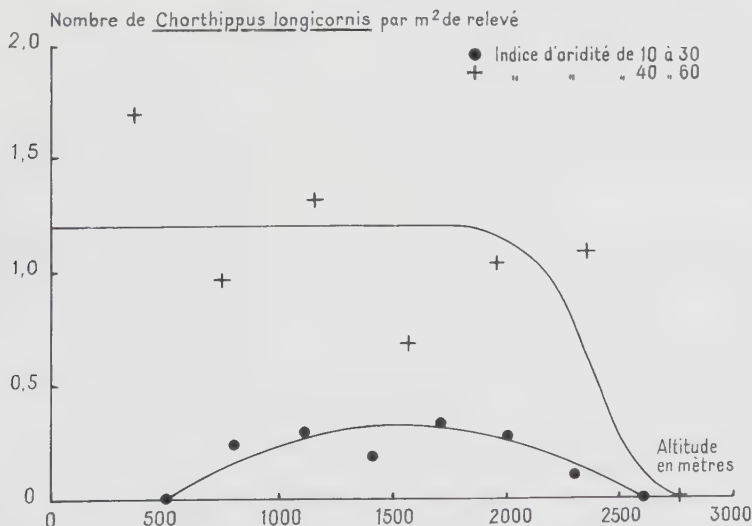


FIG. 174. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Chorthippus longicornis* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide; l'espèce vit en plaine et monte haut en altitude; • climat de juillet sec: l'espèce devient alors purement montagnarde).

Chorthippus longicornis se comporte donc comme une espèce de plaine en région humide, comme une espèce de montagne en région sèche.

Influence de la température.

Etudions, comme d'habitude, la répartition de *Chorthippus longicornis* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. longicornis</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Ch. longicornis</i>
Entre 20 et 21°.....	39	36	0,92
21 et 22°.....	9	7	0,78
22 et 23°.....	94	54	0,57
23 et 24°.....	129	50	0,39
24 et 25°.....	24	5	0,21

Ce tableau montre clairement que *Chorthippus longicornis* dépend étroitement de la température moyenne de juillet; il existe fréquemment dans les régions les plus chaudes, mais se rencontre de plus en plus à mesure que la température baisse. La courbe obtenue

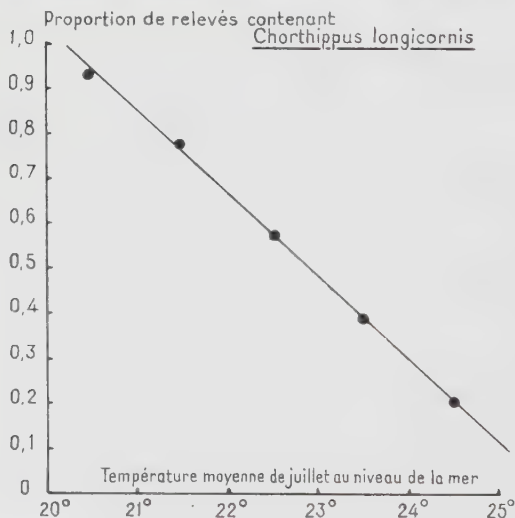


FIG. 175.

Variation de la fréquence de *Chorthippus longicornis* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; on obtient une droite très régulière: l'espèce préfère les climats froids.

en portant en abscisses la température de juillet et en ordonnées la proportion de relevés contenant *Chorthippus longicornis* est une droite très régulière, comme dans l'étude par rapport à l'indice d'aridité (fig. 175).

Les courbes obtenues en faisant intervenir la densité au mètre carré donnent des résultats analogues à ceux de l'indice d'aridité (fig. 176). Pour les lieux les plus chauds, celle qui exprime la densité

au mètre carré par rapport à l'altitude est voisine d'une courbe en cloche s'étendant de 500 à 2 500 m environ avec, vers 1 500 m, un maximum voisin de 0,6 par m². Pour les régions les plus froides, au contraire, la densité est à peu près constante et voisine de 1 par m² aux faibles altitudes, commence à baisser vers 1 500 m et s'annule vers 2 200 m, plus bas que la précédente et fixant à 8° C environ comme celle-ci la limite inférieure de température à laquelle vit l'espèce.

La baisse de la première courbe vers les faibles altitudes permet d'évaluer à 700 m environ l'altitude minimum à laquelle on rencontre *Chorthippus longicornis* dans les régions les plus chaudes des Alpes

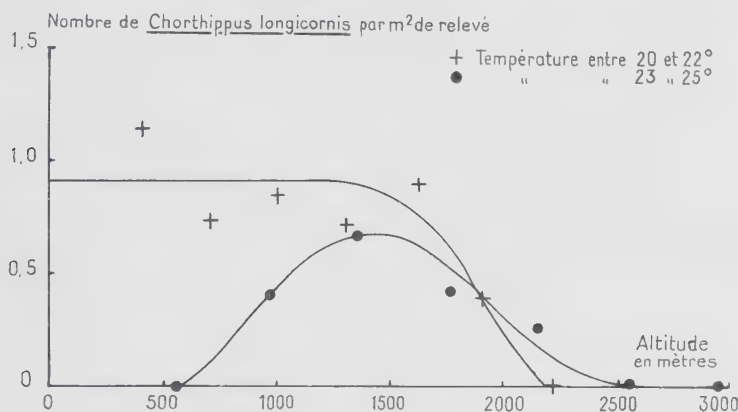


FIG. 176. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Chorthippus longicornis* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid; l'espèce vit en plaine et monte haut en altitude; • climat de juillet chaud: l'espèce devient purement montagnarde).

françaises, ce qui correspond à peu près à une température de 20° pour la moyenne vraie de juillet. Cette espèce de plaine se comporte donc dans ces lieux comme une espèce montagnarde.

Résultats écologiques.

Les études précédentes permettent de préciser les facteurs qui limitent la répartition de *Chorthippus longicornis*. Pour cette espèce, température trop haute et sécheresse trop prononcée conjuguent leurs effets pour lui interdire une partie du territoire français; cette interdiction n'est probablement pas absolue et quelques microclimats suffisamment frais et humides, au milieu de régions chaudes et sèches, pourraient lui servir de lieu de refuge; l'existence de l'espèce y serait d'ailleurs menacée par des années exceptionnelles, à moins que les aires correspondantes ne soient au voisinage d'une région réservoir où elle vive en permanence.

La température vraie inférieure à 20° C est le facteur limitant que l'on peut évaluer de la façon la plus claire et la plus précise. En se reportant à une carte de France des températures vraies de juillet, on constate que toute la côte méditerranéenne, la vallée du Rhône et une bonne partie du Bassin Aquitain lui sont ainsi interdites. C'est aussi à peu près dans ces mêmes régions que l'indice d'aridité est inférieur à 20, et il est bien difficile de dire si c'est l'un ou l'autre facteur qui a le plus d'importance pour exclure *Chorthippus longicornis*. La croissance de l'indice d'aridité en fonction de l'altitude est en effet mal connue et bien moins régulière que la température, car la pluviosité dépend beaucoup des facteurs locaux. De nombreux relevés en plaine dans les endroits où intervient seulement un des deux facteurs pourraient d'ailleurs permettre de résoudre ce problème.

Une considération permet cependant peut-être de trancher la question. L'écart des densités maximales de *Chorthippus longicornis* au mètre carré entre les régions les plus chaudes et les plus froides des Alpes n'est pas très élevé : environ 0,6 et 0,9. Au contraire, entre les régions les plus sèches et les plus humides, la différence est beaucoup plus forte : 0,3 et 1,2 (précisons qu'il s'agit évidemment là de moyennes). L'humidité semble donc être un facteur qui agit plus fortement sur la densité des populations que la température; reste à savoir si cette hiérarchie persiste dans des conditions limites et si la sensibilité de l'espèce à l'humidité domine dans toutes les circonstances sa sensibilité à la température — en d'autres termes, si cela prouve qu'elle résiste mieux à la chaleur qu'à la sécheresse. Il n'y a là qu'une indication et non une certitude.

Conclusion.

Chorthippus longicornis est une espèce dont il est assez facile d'analyser l'écologie car elle est très commune et on dispose donc pour son étude de matériaux statistiques très importants; en effet, sa proportion moyenne dans tous les relevés effectués dans les Alpes approche 20 %; c'est une des espèces les plus banales des Alpes françaises.

Sa répartition en plaine est très vaste, bien que l'étude précédente tende à l'exclure d'une bonne partie de la France méridionale — il serait d'ailleurs très intéressant, en l'absence à l'heure actuelle de renseignements précis sur ce sujet, de voir si une étude sur le terrain confirmerait ces spéculations.

Cette espèce est robuste, s'accommode bien de conditions éloignées — plaine et haute montagne —, mais craint malgré tout une température trop élevée que nous avons pu évaluer à 20° C environ, et reste profondément hygrophile, et c'est pour cette raison que dans le Sud

de la France les conditions défavorables l'obligent à se réfugier en montagne. Vers les *basses latitudes*, *Chorthippus longicornis* devient donc une espèce montagnarde et même capable d'atteindre la haute montagne, car elle résiste bien au froid, exigeant seulement des moyennes vraies de juillet supérieures à 8° C. C'est là un processus qui n'est pas sans rappeler le cas des espèces boréo-alpines avec lesquelles il n'y a qu'une différence de degré dans la tolérance aux températures élevées. Ces caractères écologiques confirment parfaitement l'origine angarienne de cette espèce si banale.

Euchorthippus declivus.

Euchorthippus declivus est une espèce qui a longtemps été confondue avec *Euchorthippus pulvinatus*, ce qui explique les incertitudes qui pesaient autrefois sur l'écologie de cette dernière; les exigences de chacune d'elles sont en effet très différentes.

Avec une certaine habitude, on peut distinguer assez facilement les deux espèces; *Euchorthippus declivus* est un peu plus petit que *pulvinatus*, et a surtout les élytres et les ailes beaucoup plus courts; le mâle, de plus, a la plaque sous-génitale plus longue et plus aiguë.

Euchorthippus declivus présente un dimorphisme sexuel très marqué, portant avant tout sur la taille (longueur du mâle : 14,5 à 15,5 mm, longueur de la femelle : 18,5 à 25 mm). Les organes du vol sont assez courts chez les deux sexes et dépassent de peu la moitié de l'abdomen. La teinte générale est brun clair, avec des lignes latérales plus foncées.

Dans les Alpes, *Euchorthippus declivus* a été trouvé dans 19 relevés sur 300 environ, soit à peu près 6 %, et il en a été ramassé 235 exemplaires sur 20 000 Orthoptères, soit un peu plus de 1 %. Lorsque cette espèce existe, elle forme presque toujours une fraction très importante de la population et atteint souvent une forte densité. Il est à noter qu'*Euchorthippus pulvinatus* n'a jamais été trouvé dans aucun relevé; il est donc bien probable que cette espèce n'existe pas dans les Alpes françaises.

Euchorthippus declivus a été trouvé à peu près dans toutes les régions des Alpes françaises, du Chablais aux Alpes-Maritimes (fig. 169). Les collections du Muséum montrent cette espèce présente un peu partout en France alors qu'*Euchorthippus pulvinatus* est surtout méridional et atlantique. Elle existe aussi en Europe centrale et dans l'Ouest de l'Asie et ne pénètre pas en Afrique du Nord comme *pulvinatus*.

Le nombre très limité de relevés, pourtant très dispersés, contenant cet Orthoptère, rend son étude assez difficile et peu sûre; on peut cependant en tirer des conclusions intéressantes.

Influence de l'humidité.

Dans chaque classe de relevés, l'indice d'aridité variant de 10 en 10, on cherche la proportion de relevés qui contient *Euchorthippus declivus*. On obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. declivus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. declivus</i>
Entre 10 et 20.....	39	2	0,05
20 et 30.....	117	9	0,07
30 et 40.....	20	5	0,25
40 et 50.....	80	2	0,02
50 et 60.....	39	1	0,02

Il semble bien que les régions les plus humides conviennent mal à cette espèce; le seul relevé qui la contient dans la catégorie d'indice d'aridité le plus haut avait une densité de population extrêmement faible, de l'ordre de 0,1 par m² pour l'ensemble des espèces d'Orthop-

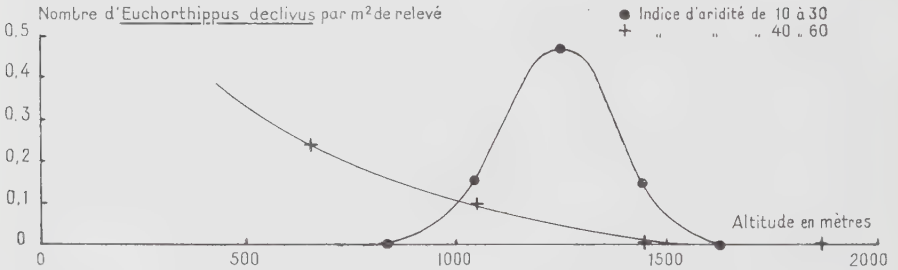


FIG. 177. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Euchorthippus declivus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide : l'espèce vit en plaine et ne monte guère en altitude; • climat de juillet sec : l'espèce devient purement montagnarde).

tères. Toutefois, le nombre des relevés dans chaque classe est trop faible pour que l'on puisse tenir cette conclusion comme bien certaine.

On peut tracer également, pour avoir plus de renseignements, les courbes exprimant le nombre d'*Euchorthippus declivus* par mètre carré de relevé, l'une pour les indices d'aridité de 10 à 30 (11 relevés), l'autre pour les indices d'aridité de 30 à 60 (8 relevés); elles sont très instructives (fig. 177). Celle des régions sèches, la première, a la forme d'une courbe en cloche s'étendant entre 900 et 1 600 m; au contraire, la seconde, celle des régions humides, part d'un palier dont la valeur n'est pas suffisamment déterminée par les relevés, baisse et s'annule vers 1 500 m d'altitude. Il est à remarquer d'ailleurs que

pour tracer les mêmes courbes non plus pour les classes d'indice d'aridité mais de température moyenne de juillet, un seul relevé serait à reporter d'une courbe dans l'autre, ce qui n'affecterait pas l'ensemble. On peut donc prendre ces courbes comme exprimant la répartition en altitude de cette espèce pour les régions froides et humides d'une part, chaudes et sèches des Alpes d'autre part. Dans ces dernières, *Euchorthippus declivus* n'existe qu'en montagne, alors que dans les premières il se comporte comme une espèce de plaine, supportant fort mal l'altitude.

Influence de la température.

On peut aussi, comme pour les indices d'aridité, chercher la proportion de relevés contenant *Euchorthippus declivus* dans les différentes catégories de relevés classés de degré en degré suivant la température de juillet ramenée au niveau de la mer.

On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. declivus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>E. declivus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	4	0,10
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	5	0,05
23 et 24°.....	129	5	0,04
24 et 25°.....	24	4	0,17

On ne peut tirer aucune conclusion bien nette de ce tableau, et les différences entre chacune des classes ne sont guère significatives. En effet, comme on l'a vu, dans les régions plus chaudes, *Euchorthippus declivus* se cantonne en montagne et on en trouve ainsi des proportions assez analogues un peu partout.

Si pour chaque relevé on calcule la température moyenne vraie de juillet, on obtient des valeurs s'échelonnant de 14°5 à 19°, plus le relevé du Chablais déjà mentionné, très peu dense, qui donne 11°5. On peut donc dire que la très grande majorité des *Euchorthippus declivus* vit à une température moyenne de juillet comprise entre 14 et 20°, mais qu'exceptionnellement il peut supporter des moyennes de 11°5.

Conclusion.

On obtient ainsi des résultats cohérents et logiques malgré le petit nombre de relevés contenant l'espèce, donc le peu de sûreté des données.

Euchorthippus declivus admet les habitats humides — indice d'aridité supérieur à 40 pour juillet — mais avec difficulté; il y est rare et généralement en populations très clairsemées; sa *xérophilie* n'a rien d'absolu, mais elle est assez nette.

C'est de plus une espèce *sténotherme*, pouvant vivre sous des températures moyennes vraies de juillet comprises entre 11 et 20° environ — mais bien plus fréquemment entre 14 et 20°. Parfaitement à l'aise dans la majeure partie de la plaine française, elle en sort pour pénétrer en montagne dans le Nord des Alpes, sans toutefois dépasser 1 500 m d'altitude. Au contraire, dans la France méridionale (Bassin Aquitain, Midi méditerranéen), la température trop élevée écarte *Euchorthippus declivus* de la plaine et le fait se réfugier en montagne où il vit fort bien, y trouvant un milieu sec qui lui convient parfaitement.

La France est donc la limite méridionale d'existence de cette espèce en plaine. Plus au Sud, en Espagne par exemple, elle ne se trouverait qu'en montagne; évidemment, elle ne pénètre pas en Afrique du Nord; sa répartition en Europe et en Asie centrale (jusqu'en Sibérie méridionale) ainsi que son écologie montrent de façon nette qu'il s'agit d'une espèce *angarienne*. Ainsi s'explique la répartition insolite de *Euchorthippus pulvinatus* signalée par GRASSÉ (1929), à la fois circum-méditerranéen et angarien : *E. pulvinatus* est une espèce franchement méditerranéenne, habitant l'Afrique du Nord et l'Europe méridionale, *E. declivus* est angarien et habite de l'Europe moyenne jusqu'à la Sibérie; ces deux espèces si proches ont des exigences et, partant, un habitat radicalement différent, et leur confusion rendait leur répartition difficilement compréhensible.

Myrmeleotettix maculatus.

Myrmeleotettix maculatus est un Acridien de petite taille (11 à 13 mm pour le mâle, 12 à 16 mm pour la femelle). Anciennement rangée dans le grand genre *Gomphocerus*, dont le principal caractère est le renflement apical des antennes, cette espèce en a été séparée pour former le genre *Myrmeleotettix*, défini par l'absence de dilatation basale au bord antérieur des élytres. En fait, le renflement des antennes est un caractère qui semble de médiocre importance taxinomique et qui a contribué à rassembler des espèces fort éloignées les unes des autres; si l'on en fait abstraction, *Myrmeleotettix maculatus* est très proche d'un *Omocestus* du groupe *hæmorrhoidalis* et on peut facilement s'y tromper en examinant des individus privés d'antennes.

C'est un Orthoptère qui n'est pas rare dans les Alpes françaises. Sur 300 relevés environ faits sur ce territoire, il a été trouvé dans 30, soit 10 %; il en a été recueilli près de 400 exemplaires sur 20 000 Orthoptères, soit près de 2 %.

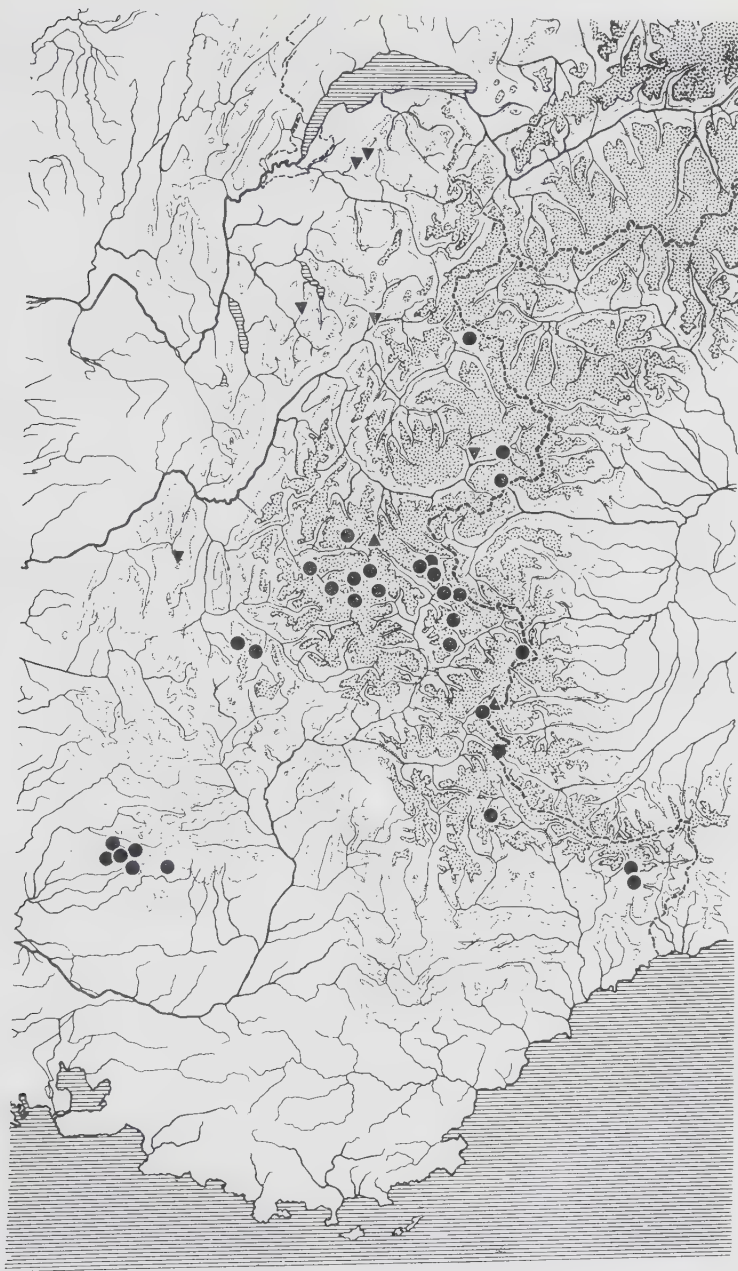


FIG. 178. — Emplacement des relevés contenant *Myrmeleotettix maculatus* (●) absent au NW de l'Isère; *Gomphocerus rufus* (▼), trouvé seulement dans les Alpes du Nord; *Aeropedellus variegatus* (▲), étroitement localisé.

Sa répartition géographique dans les Alpes françaises est nette : il existe dans toutes les Alpes du Sud, les massifs du Pelvoux et des Aiguilles d'Arves et atteint au Nord le bord méridional du massif de

la Vanoise. Par contre, il ne paraît pas se trouver plus au Nord et à l'Ouest, dans le massif du Mont Blanc, le Chablais, la chaîne de Belledonne et toute la région subalpine nord, des Aravis au Vercors (fig. 178).

En dehors des Alpes, CHOPARD (1951) le signale de l'ensemble de la France, l'Europe et l'Asie paléarctique; enfin, il pénètre en Afrique où il se rencontre au Maroc.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes dont l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calcule pour chaque classe la proportion de relevés contenant *Myrmeleotettix maculatus*; les résultats sont donnés par le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. maculatus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. maculatus</i>
Entre 10 et 20.....	39	12	0,31
20 et 30.....	117	15	0,13
30 et 40.....	20	2	0,10
40 et 50.....	80	1	0,01
50 et 60.....	39	0	0

Myrmeleotettix maculatus apparaît donc comme nettement *xérophile*, et la courbe que l'on obtient en portant en abscisses l'indice d'aridité, en ordonnées la proportion de relevés contenant l'espèce, décroît très régulièrement (fig. 179).

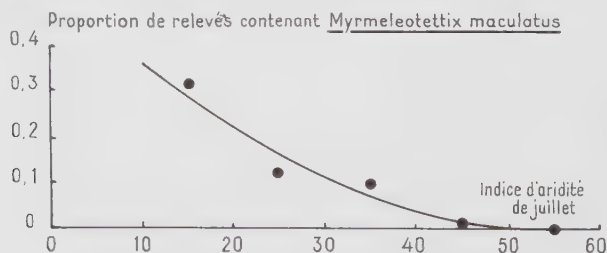


FIG. 179. — Variation de la fréquence de *Myrmeleotettix maculatus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; la décroissance régulière de la courbe indique une espèce *xérophile*.

En raison du très petit nombre de relevés trouvés en dehors des indices d'aridité de 10 à 30, on ne peut tracer de courbes différentielles exprimant la densité de l'espèce en fonction de l'altitude pour les indices d'aridité plus élevés; on se contentera de construire la

seule possible, celle pour les régions les plus sèches, qui exprimera à très peu de chose près l'ensemble de la répartition en altitude de *Myrmeleotettix maculatus* (fig. 180). On obtient une courbe en cloche très régulière dont l'optimum se place vers 1 800 m et qui s'étage à peu près entre 1 200 et 2 400 m. Dans les régions des Alpes qu'elle fréquente, cette espèce se comporte donc comme une montagnarde stricte, ce qui a de quoi surprendre en sachant qu'elle se rencontre un peu partout en plaine.

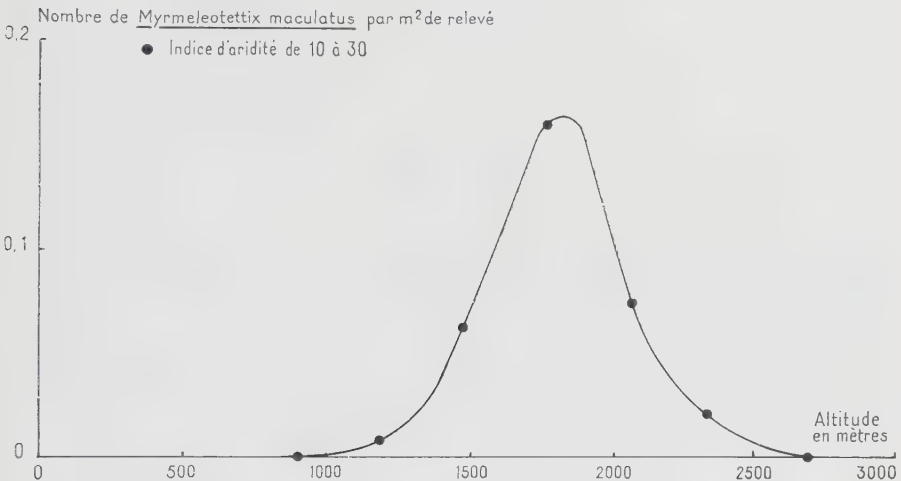


FIG. 180. — Variation de la densité de *Myrmeleotettix maculatus* en fonction de l'altitude, pour les régions des Alpes d'indice d'aridité de juillet inférieur à 30, pratiquement seules à contenir l'espèce.

Influence de la température.

Pour comparer les relevés d'altitude différente, on utilisera la température ramenée au niveau de la mer, tous les relevés étant ainsi répartis en 5 classes, on calcule pour chacune d'entre elles la proportion de relevés contenant *Myrmeleotettix maculatus*; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. maculatus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>M. maculatus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	0	0
21 et 22°.....	9	0	0
22 et 23°.....	94	8	0,08
23 et 24°.....	129	18	0,14
24 et 25°.....	24	4	0,17

A la lumière de ces résultats, on peut considérer que *Myrmeleotettix maculatus* préfère les régions les plus chaudes des Alpes; la courbe exprimant la proportion de l'espèce contenue dans les relevés, en fonction de l'altitude, croît très régulièrement à partir de 22° (fig. 181).

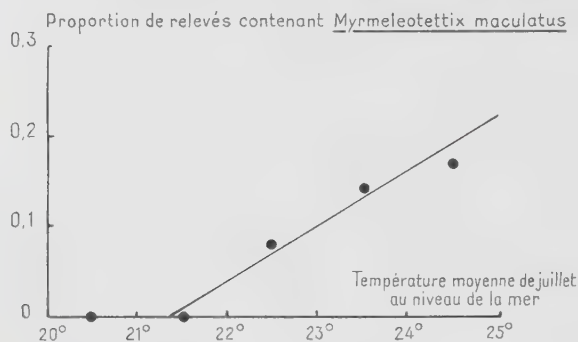


FIG. 181.

Variation de la fréquence de *Myrmeleotettix maculatus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; l'espèce n'existe pas dans les régions froides.

En fait, il est fort possible que ce résultat ne fasse qu'exprimer d'une autre façon la xérophilie de l'Orthoptère, car sécheresse et chaleur sont assez étroitement liées dans les Alpes françaises.

Pour obtenir d'autres renseignements, on pourra tracer les courbes

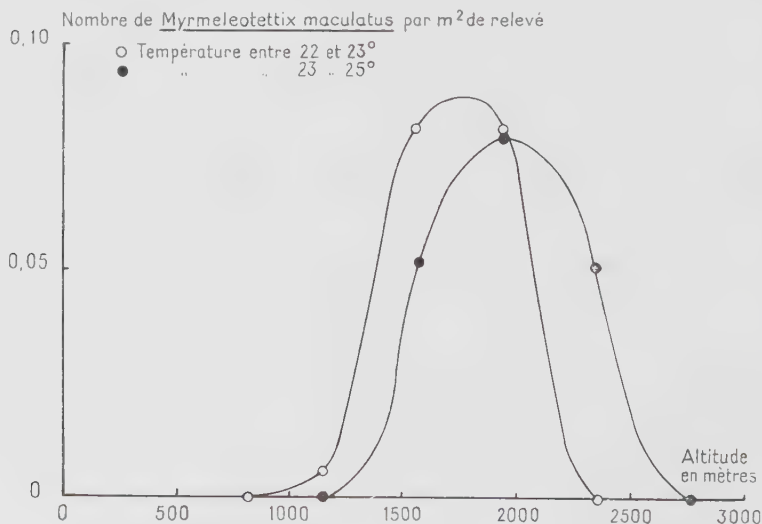


FIG. 182. — Courbes différentielles exprimant la densité de *Myrmeleotettix maculatus* en fonction de l'altitude
(● climat de juillet chaud, ○ climat de juillet moyen).

exprimant en fonction de l'altitude la densité de *Myrmeleotettix maculatus* en séparant les relevés dont la température de juillet au niveau de la mer était entre 22 et 23°, et ceux de 23 à 25°. On obtient deux courbes en cloche un peu décalées, exprimant la répartition

d'allure montagnarde de l'insecte; les deux optima sont pratiquement identiques, avec une densité inférieure à 0,1 par m²; les températures vraies auxquelles ils correspondent sont égales toutes deux à 12° C (fig. 182).

On a calculé également la température vraie (moyenne de juillet) correspondant à chaque relevé; les températures se répartissent toutes entre 9 et 16°; il semble bien que dans les Alpes, ces limites de température soient celles en dehors desquelles on ne trouve pas *Myrmeleotettix maculatus*. Il s'agit donc d'un insecte possédant une grande résistance au froid; on peut rapprocher de cela le fait singulier qu'il se rencontre fréquemment tout auprès des crêtes et des sommets, ou dans des endroits très éventés; c'est à peu près la seule espèce qui présente aussi nettement ce caractère dont l'interprétation n'est d'ailleurs pas très facile.

La limite supérieure de température trouvée — 16° — est étonnante et ne s'accorde pas avec la distribution générale de l'espèce; mais il nous semble pouvoir affirmer avec une certaine sécurité qu'en montagne *Myrmeleotettix maculatus* reste en effet toujours confiné à des altitudes élevées, sauf en de rares endroits (Pelvoux, Mont Ventoux), et ne se trouve probablement pas au-dessous de 1 200 m; toutefois, dans les régions sèches, le nombre des relevés de basse altitude n'est pas très élevé et l'espèce peut nous avoir échappé, ce qui augmenterait considérablement son domaine de température. C'est une hypothèse vraisemblable qui permet d'expliquer les anomalies écologiques de cette espèce.

Conclusion.

Des recherches plus approfondies seraient nécessaires, semble-t-il, pour avoir une idée définitive de l'écologie de *Myrmeleotettix maculatus*, certainement *xérophile*, mais dont l'extension du domaine de température devrait normalement se révéler bien plus grande que les relevés des Alpes ne l'ont fait apparaître, afin de pouvoir expliquer sa présence sur l'ensemble de la France.

La distribution de cette espèce, largement répandue dans la région paléarctique, en fait un élément angarien. Son écologie, insuffisamment connue, est trop obscure pour apporter une confirmation de cette hypothèse.

Gomphocerus rufus.

Dans l'ancien grand genre *Gomphocerus* démembré, d'ailleurs avec raison, car il recouvre à coup sûr divers insectes d'origine très diverse, *Gomphocerus rufus* est le seul de la faune française à avoir gardé son nom générique, propre autrefois à tous les Acridiens possédant des antennes renflées en massue à l'extrémité. Ici, cette massue est bien marquée, noirâtre sur des antennes rousses.

Gomphocerus rufus est un Orthoptère de taille moyenne (14 à 16 mm pour le mâle, 17 à 24 mm pour la femelle), de teinte générale brune, et dont les élytres et ailes bien développés permettent un vol aisé.

C'est une espèce qui fréquente plutôt les endroits boisés, dans les clairières ou à la lisière, car elle ne vit pas franchement sous le couvert. Elle est rare dans les Alpes; elle n'a été fournie que par 6 relevés sur 300 — 2 % —, et encore n'a pas été trouvée réellement dans l'un d'eux mais seulement à son voisinage; il n'en a été ramassé que 33 individus, sur 20 000 Orthoptères — moins de 0,2 %. Cette proportion représente assez bien la réalité malgré les préférences de cette espèce pour les bois, relativement moins collectés à cause de leur grande pauvreté, car c'est un insecte volant et chantant avec vigueur, et qui ne passe pas inaperçu là où il se trouve, même en tout petit nombre.

Il a été trouvé exclusivement dans les relevés des Alpes du Nord et plutôt de la zone subalpine : Chablais, Bauges, Beaufortin, Grande-Chartreuse, et dans la Vanoise, jamais plus au Sud (fig. 178). CHOPARD (1951) le donne comme habitant presque toute la France, mais plutôt dans le Nord, ce qui concorde assez bien avec les observations précédentes. Il se trouve aussi dans une grande partie de l'Europe et jusqu'en Sibérie.

Malgré le très petit nombre de relevés où cette espèce a été trouvée, on va voir que ces quelques captures peuvent donner sur son écologie de précieuses indications, mais évidemment avec moins de sécurité que lorsqu'il s'agit d'insectes plus communs.

Influence de l'humidité.

On examinera la proportion de relevés contenant *Gomphocerus rufus* dans chacune des catégories séparées par indice d'aridité de juillet croissant de 10 en 10; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>G. rufus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>G. rufus</i>
Entre 10 et 20.....	39	0	0
20 et 30.....	117	0	0
30 et 40.....	20	1	0,05
40 et 50.....	80	4	0,05
50 et 60.....	39	1	0,03

La courbe correspondante est donnée par la figure 183.

Avec des nombres aussi petits, les résultats obtenus sont soumis à de grandes fluctuations aléatoires. Cependant, il semble bien que *Gomphocerus rufus* soit une espèce franchement *hygrophile*, qui ne

supporte pas les régions sèches, d'indice d'aridité faible, malgré ses préférences pour les milieux boisés, toujours plus humides en général que les endroits découverts. Cette préférence est d'ailleurs en elle-même une confirmation de ce résultat.

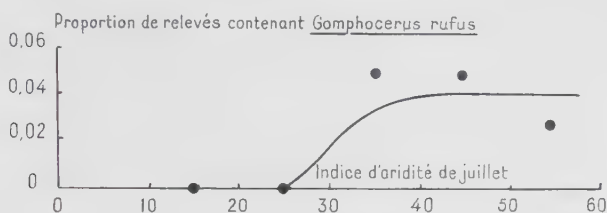


FIG. 183. — Variation de la fréquence de *Gomphocerus rufus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; l'espèce semble bien être *hygrophile*.

Répartition en altitude.

On sera obligé de se contenter, évidemment, d'une étude globale, sans pouvoir séparer les relevés en catégories, à cause de leur petit nombre; et on tracera, en fonction de l'altitude, la courbe exprimant le nombre de *Gomphocerus rufus* par mètre carré de surface explorée,

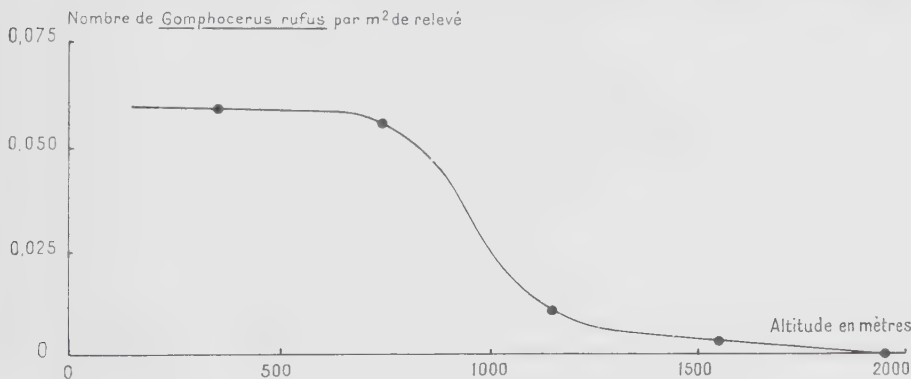


FIG. 184. — Variation de la densité de *Gomphocerus rufus* en fonction de l'altitude; l'espèce s'élève peu en montagne.

c'est-à-dire de relevé. Seuls d'ailleurs les relevés des Alpes du Nord ont été comptés, car il est inutile d'y introduire ceux des Alpes du Sud où l'espèce n'existe pas, et qui ne pourraient que noyer les résultats.

On obtient une courbe très régulière malgré la pauvreté des documents sur lesquels elle est fondée. Elle part, au niveau de la mer, d'un palier d'une valeur un peu supérieure à 0,05 par m² — ceci n'est valable, bien sûr, que dans les Alpes du Nord, et en plaine on

trouverait probablement des valeurs supérieures, car *Gomphocerus rufus* y est assez commun. A partir d'une altitude de 1 000 m, elle baisse très brutalement et s'annule avant 2 000 m (fig. 184).

Gomphocerus rufus est donc une espèce de plaine, qui n'appartient pas à la faune des Alpes, car elle supporte mal l'altitude et ne peut guère monter. Elle ne fait que de rares intrusions dans les régions basses des Alpes et ne pénètre que tout à fait exceptionnellement dans la zone montagnarde.

Influence de la température.

Là aussi, on examinera la proportion de relevés contenant *Gomphocerus rufus* dans chacune des catégories séparées par température moyenne de juillet (ramenée au niveau de la mer) croissante de degré en degré. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE MOYENNE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>G. rufus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>G. rufus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	3	0,08
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	1	0,01
23 et 24°.....	129	1	0,01
24 et 25°.....	24	0	0

Ce tableau indique que *Gomphocerus rufus* préfère les régions les plus froides, et s'écarte des plus chaudes; mais c'est peut-être plutôt

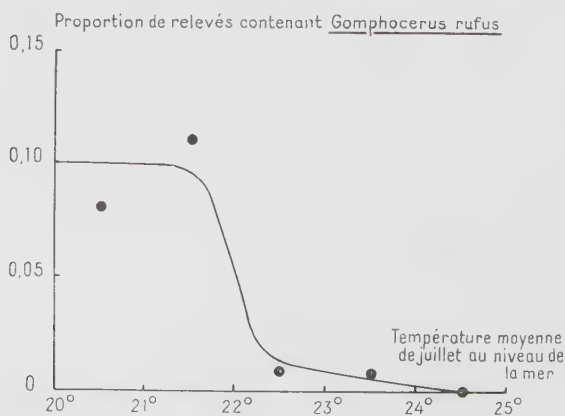


FIG. 185.

Variation de la fréquence de *Gomphocerus rufus* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer; les régions les plus chaudes des Alpes sont défavorables à l'espèce.

l'action de l'humidité qui joue, car la corrélation entre les deux facteurs est importante dans les Alpes françaises (fig. 185).

Voyons maintenant quelles sont les températures moyennes vraies

de juillet qui correspondent à ces 6 relevés contenant *Gomphocerus rufus*; elles sont faciles à calculer et on obtient : 12°5, 12°5, 14°5, 15°, 15°, 19°5. On peut fixer avec une certaine sûreté à 12° la limite inférieure de la température moyenne de juillet à laquelle peut vivre cette espèce. Le petit nombre de relevés sur lequel est fondée cette estimation peut paraître la rendre bien incertaine; la répartition générale de l'espèce semble, d'autre part, indiquer qu'elle ne doit guère supporter une moyenne de juillet supérieure à 20°, mais les relevés des Alpes sont insuffisants à eux seuls pour fixer cette limite.

En somme, *Gomphocerus rufus* est une espèce franchement *sténotherme* et plutôt *thermophobe*.

Conclusion.

Gomphocerus rufus est une espèce plutôt *hygrophile*; cependant, sa présence dans les forêts des environs de Paris, où règne un indice d'aridité de 20 à 30, montre que cette hygrophilie peut être satisfaite, même dans des régions plutôt sèches, par son habitat dans des microclimats forestiers, plus favorables parce que plus humides. Evidemment, cette espèce ne pourrait probablement pas vivre sur les côtes provençales, mais elle peut étendre son aire de répartition sur une grande partie de la France, en se confinant à des localisations très spéciales.

Dans ces conditions, la température devient le facteur prépondérant. L'étude précédente a montré que *Gomphocerus rufus* n'appartient pas réellement à la faune alpine et ne fait qu'y pénétrer rarement, et à de faibles altitudes. Son domaine de température de 12 à 20° ne lui permet pas en effet de fréquenter la haute montagne, trop froide. D'autre part, la limite supérieure de 20° l'écarte d'une grande partie de la France méridionale : Midi méditerranéen et Bassin Aquitain d'où chaleur et sécheresse se conjuguent pour le repousser.

Cette espèce *hygrophile*, *sténotherme*, *thermophobe* possède une aire de répartition typiquement angarienne, et son écologie confirme assez bien cette origine.

Æropedellus variegatus.

Æropedellus variegatus est un Criquet appartenant à l'ancien grand genre *Gomphocerus* que son hétérogénéité a fait démembrer en plusieurs autres, son unique caractère commun étant le renflement apical des antennes.

Ses ailes sont raccourcies, de façon plus marquée chez la femelle que chez le mâle, comme c'est d'ailleurs la règle quasi générale; les élytres portent un lobe basal bien marqué. Le renflement léger des fémurs antérieurs du mâle rappelle un peu celui des tibias antérieurs

d'*Aeropus sibiricus*; la taille est médiocre : 15 à 16 mm pour le mâle, 19 à 24 mm pour la femelle. La coloration est assez variable, de fond brun ou vert.

C'est un insecte étroitement inféodé aux régions élevées, du moins dans les Alpes françaises; il est d'une grande rareté (fig. 178); sur 300 relevés, un seul contenait *Aeropedellus variegatus* qui en formait d'ailleurs les 85 centièmes, le reste étant composé d'*Aeropus sibiricus*. Une quarantaine d'individus ont été prélevés dans cet unique endroit, où la densité était d'ailleurs faible: 0,5 Orthoptère au mètre carré environ. Ce relevé 705 a été fait non loin du refuge de Chambeyron, dans la vallée supérieure de l'Ubaye, à une altitude de 2 600 m. Un autre individu isolé de la même espèce a été recueilli sur le versant sud du col du Galibier, sans rencontrer au voisinage d'autres Orthoptères, à une altitude de 2 600 m également. CHOPARD (1951) indique en France une autre localité de cette espèce, au lac d'Allos, où je n'ai pu la retrouver.

La grande rareté de cet Orthoptère ne permet que des conjectures sur son écologie, en l'absence de documents suffisants. C'est dommage, car il s'agit peut-être de l'espèce française la plus étroitement assujettie aux régions les plus élevées des montagnes, plus encore que *Melanoplus frigidus* et même *Cophopodisma pedemontana*; il semble bien qu'elle n'ait pas été trouvée au-dessous de 2 500 m, car des localités comme celles indiquées par CHOPARD : La Grave ou le lac d'Allos, concernent à coup sûr des lieux voisins mais plus élevés.

Influence de l'humidité.

L'unique relevé 705 contenant *Aeropedellus variegatus* et l'individu isolé trouvé près du col du Galibier — au voisinage de La Grave —, de même que le lac d'Allos, où cette espèce a été encore signalée, se trouvent dans des régions d'indice d'aridité compris entre 20 et 30. Il semble donc que cet Orthoptère recherche plutôt la sécheresse; évidemment, il ne s'agit là que de conjectures et la recherche d'autres stations pourrait seule apporter des données plus sûres à ce sujet. Enfin, jusqu'à plus ample information, on peut tenir *Aeropedellus variegatus* pour une espèce plutôt *xérophile*.

Influence de la température.

Les renseignements acquis sur ce point sont un peu plus sûrs; les deux endroits où des captures de cet espèce ont été faites par nous personnellement étaient à des altitudes très élevées, où les températures moyennes vraies de juillet pouvaient être estimées à 7 et 7°5. Au-dessus du lac d'Allos, la température est à peu près du même ordre, dépendant évidemment de l'altitude. En gros, comme on ne dis-

pose pas de captures à des altitudes inférieures à 2 000 m au moins, on peut penser avec vraisemblance qu'il s'agit là d'une espèce extrêmement *sténotherme*, recherchant des températures très basses. Il est bon de remarquer, en passant, que les autres espèces capables de monter aussi haut sont toutes des espèces très sténothermes, et strictement inféodées aux régions les plus élevées (*Aeropus sibiricus*, *Melanoplus frigidus*, *Cophopodisma pedemontana*).

Conclusion.

Cette espèce très rare a une écologie extrêmement particulière : assez *xérophile*, elle est surtout très *sténotherme* et *thermophobe*. Sa distribution s'étendant en Suisse, au Caucase et jusqu'en Sibérie est celle d'une espèce angarienne, dont l'aire de distribution est très morcelée. Dans nos pays tout au moins, il s'agit manifestement d'une *espèce relique*, dont la répartition devait être beaucoup plus étendue à une période plus froide et qui a été repoussée sur les hautes régions soit par ses exigences thermiques très strictes, soit par la concurrence d'autres espèces.

En admettant que la marge de température moyenne vraie de juillet soit environ de 6 à 8° C, et l'indice d'aridité inférieur à 30, de nombreux points pourraient être occupés par cette espèce, où en réalité elle ne se trouve pas. Son domaine d'existence de température paraissant très étroit, il est fort possible qu'elle ait été détruite par des variations climatiques même d'assez faible amplitude, soit dans un sens soit dans l'autre, au cours desquelles cette espèce n'aurait pu trouver à proximité de refuges satisfaisants.

Aeropus sibiricus.

Aeropus sibiricus fait partie de l'ancien genre *Gomphocerus* aujourd'hui démembré et caractérisé par la dilatation apicale des antennes; il est très facilement reconnaissable à la gibbosité marquée du pronotum et surtout au renflement remarquable des tibias antérieurs du mâle; le dimorphisme sexuel est très important.

Cette espèce est de taille moyenne (19 à 20 mm pour le mâle, 19 à 25 mm pour la femelle), d'une teinte générale brune variée de vert. Les élytres dépassent l'extrémité de l'abdomen chez le mâle et ne l'atteignent pas chez la femelle. Il en existe, d'après UVAROV (1931), deux sous-espèces en France; l'une, la ssp. *pyrenaicus*, est localisée dans les Pyrénées, tandis que la ssp. *helveticus* habite les Alpes.

C'est l'espèce la plus caractéristique des faunes d'Orthoptères de la haute montagne et, dans nos relevés, elle n'a jamais été trouvée au-dessous de 1 600 m d'altitude. Elle est répandue largement dans

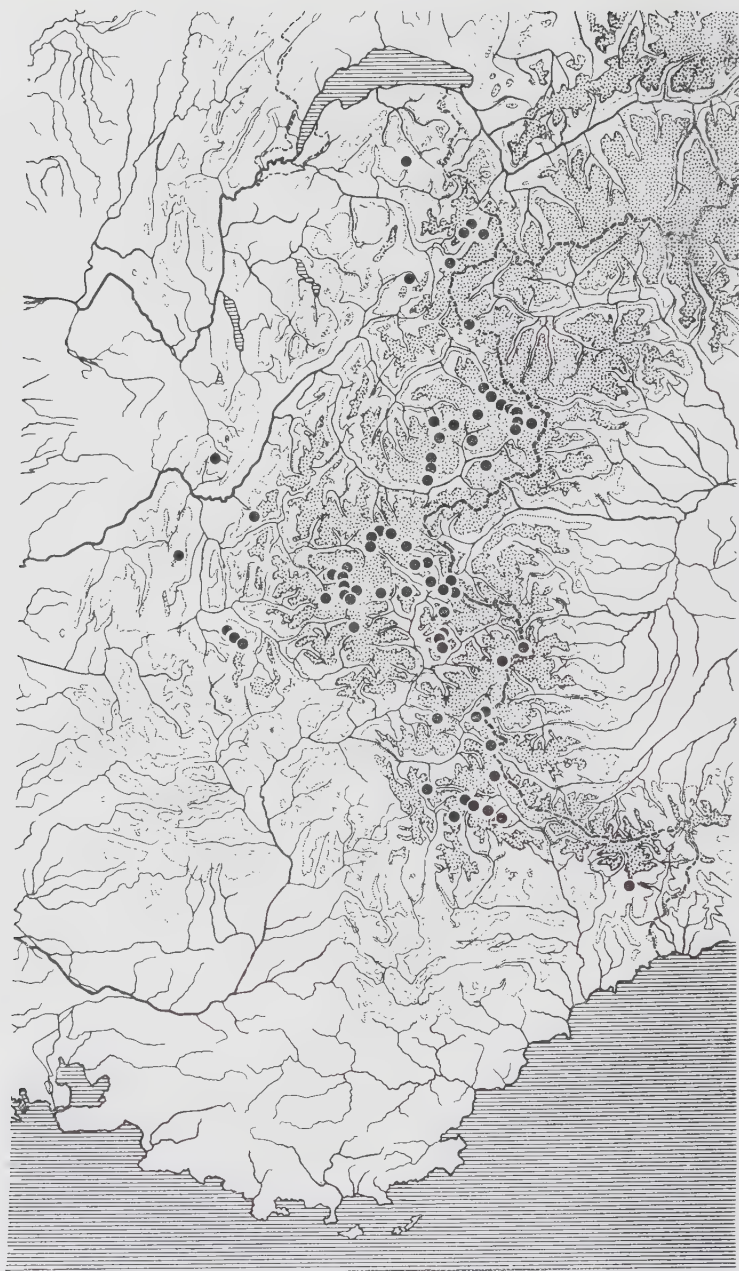


FIG. 186. — Emplacement des relevés contenant *Aeropus sibiricus*.

toutes les Alpes françaises, du Chablais aux Alpes-Maritimes où on la rencontre dans le massif de l'Authion, à une vingtaine de kilomètres de la Méditerranée; mais elle est rare dans la zone subalpine où les

altitudes sont en général insuffisantes pour l'héberger et de plus très fréquemment boisées, alors qu'on ne la trouve guère que dans les prairies ou dans les végétations buissonnantes; elle y a cependant été trouvée en quelques endroits suffisamment élevés (fig. 186).

Aeropus sibiricus a été récolté dans 71 relevés sur les 300 environ faits dans les Alpes, soit près de 24 %, près de la moitié des relevés d'altitude supérieure à 1 500 m; c'est donc une espèce commune; 1 365 échantillons en ont été récoltés sur 20 000 Orthoptères, soit un peu moins de 7 %; cette espèce commune est donc également abondante.

Aeropus sibiricus est une espèce de répartition typiquement boréo-alpine, existant dans toute la chaîne des Alpes, les Pyrénées, les Vosges, mais manquant dans le Massif Central, et existant d'autre part dans toute la région septentrionale paléarctique.

Influence de l'humidité.

Pour l'étudier, on procédera d'abord comme d'habitude; tous les relevés sont répartis en 5 catégories dont l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10 et on calcule, dans chaque catégorie, la proportion de relevés contenant *Aeropus sibiricus*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>
Entre 10 et 20.....	39	8	0,20
20 et 30.....	117	34	0,29
30 et 40.....	20	3	0,15
40 et 50.....	80	19	0,24
50 et 60.....	39	7	0,18

Il est difficile de tirer un enseignement de ce tableau, et il n'apparaît aucune préférence de l'espèce pour les régions sèches ou humides.

Mais ce procédé, valable lorsqu'il est appliqué à des espèces de large répartition altitudinale, perd toute valeur pour *Aeropus sibiricus*, confiné en altitude; il est évident que dans ce cas, la répartition des relevés en altitude dans chaque classe d'indice d'aridité, qui est loin d'être uniforme, ôte toute valeur à un pareil tableau; par exemple, la classe la plus humide comporte beaucoup plus de relevés à basse qu'à haute altitude, car elle renferme toute la zone subalpine dont les plus hauts sommets ne dépassent guère 2 000 m; on y trouvera donc un fort déficit d'*Aeropus sibiricus*.

On corrigera donc cette méthode en ne prenant dans chaque classe, comme nombre de base, que celui des relevés *effectivement susceptibles* de contenir l'espèce, c'est-à-dire d'altitude supérieure à 1 500 m,

puisque aucune capture d'*Aeropus sibiricus* n'a été faite à cette altitude et au-dessous. En modifiant ainsi la 2^e colonne, on obtient alors le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE DE RELEVÉS AU-DESSUS DE 1 500 M	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>
Entre 10 et 20.....	19	8	0,42
20 et 30.....	81	34	0,42
30 et 40.....	5	3	0,60
40 et 50.....	30	19	0,63
50 et 60.....	13	7	0,54

Cette fois, une prédilection très nette de l'espèce se dessine pour les régions plus humides, et la progression des proportions est assez régulière. Cette *hygrophilie* n'est d'ailleurs que très relative, car

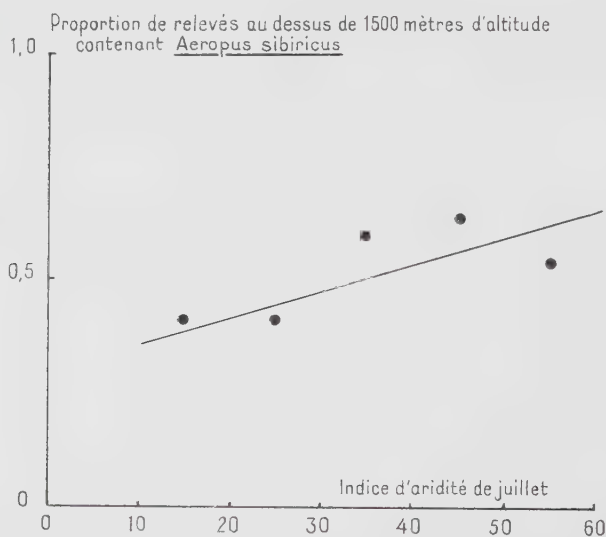


FIG. 187. — Variation de la fréquence d'*Aeropus sibiricus* en fonction de l'indice d'aridité de juillet (les relevés d'altitude supérieure à 1 500 m ont seuls été pris en considération). L'espèce semble plutôt *hygrophile*.

Aeropus sibiricus fréquente largement les régions les plus sèches des Alpes françaises, mais il y est nettement plus rare (fig. 187).

On dispose d'un nombre de relevés suffisamment important pour pouvoir tracer des courbes différentielles de densité en fonction de l'altitude, en utilisant séparément les relevés des régions les plus sèches (indices d'aridité de 10 à 30) et des régions les plus humides

(indices d'aridité de 40 à 60). On obtiendra ainsi des renseignements supplémentaires (fig. 188).

La courbe des régions sèches est en forme de cloche à peu près parfaite et s'étend de 1 600 à 2 700 m d'altitude; le maximum, situé vers 2 200 m, a pour valeur un peu moins de 0,5 d'*Aeropus sibiricus* par mètre carré de relevé. La courbe des régions humides s'étend à peu de chose près entre les mêmes altitudes — elle monte jusque

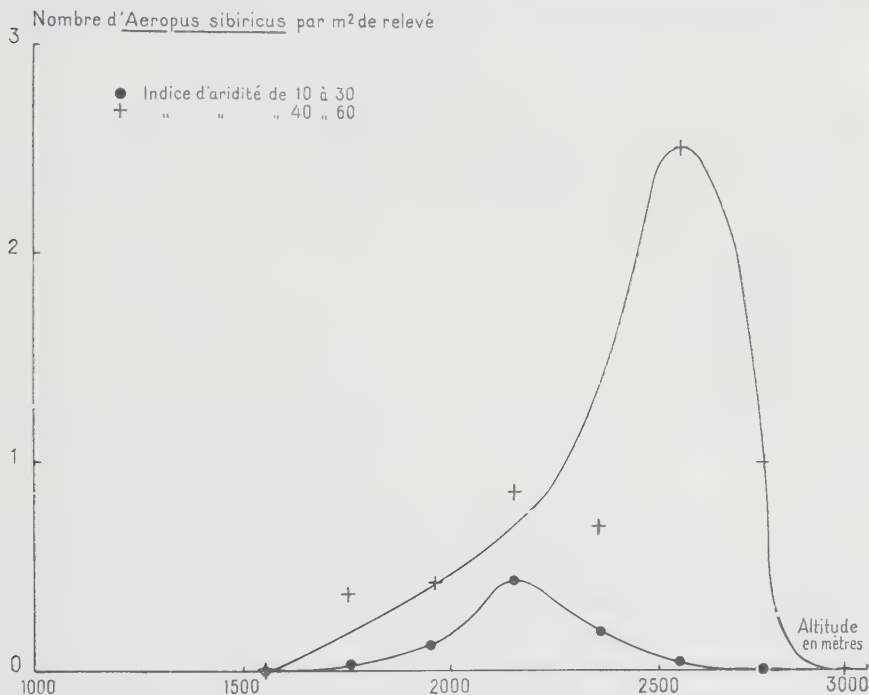


FIG. 188. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Aeropus sibiricus* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec). L'hygrophilie de l'espèce est confirmée.

vers 2 800 m — et elle est très dissymétrique, montant progressivement jusqu'à un maximum atteignant 2,5 *Aeropus sibiricus* par mètre carré de relevé et s'abaissant après assez rapidement; elle se trouve constamment au-dessus de l'autre, ce qui confirme le fait que cette espèce a une préférence marquée pour l'humidité : plus fréquente, elle y est aussi beaucoup plus abondante et atteint aux altitudes très élevées, voisines de sa limite supérieure, de très fortes densités lorsqu'elle est présente. Il faut aussi remarquer en passant que le maximum de cette courbe — optimum de l'espèce — est situé beaucoup plus haut que dans les régions sèches, vers 2 500 m, ce qui permet de supposer qu'une humidité plus forte aide l'insecte à supporter les basses températures.

Influence de la température.

On procédera de la même façon que pour l'étude de l'influence de l'humidité; les relevés sont répartis en 5 classes dont les températures ramenées au niveau de la mer, pour éliminer les différences d'altitude, varient de degré en degré pour la moyenne de juillet; pour chaque classe, on calcule la proportion de relevés contenant *Aeropus sibiricus*; on obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>
Entre 20 et 21°.....	39	2	0,05
21 et 22°.....	9	1	0,11
22 et 23°.....	94	17	0,18
23 et 24°.....	129	45	0,35
24 et 25°.....	24	6	0,25

Il en résulterait que cette espèce boréo-alpine, très thermophobe, préfère les régions les plus chaudes des Alpes françaises, ce qui est absurde.

Comme pour l'étude de l'influence de l'humidité, on est amené à ne considérer que les relevés au-dessus de 1 500 m, afin de tenir compte de la faible moyenne d'altitude des relevés de certaines classes. On obtient cette fois le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE DE RELEVÉS AU-DESSUS DE 1 500 M	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>A. Sibiricus</i>
Entre 20 et 21°.....	3	2	0,67
21 et 22°.....	1	1	1,00
22 et 23°.....	46	17	0,37
23 et 24°.....	81	45	0,55
24 et 25°.....	19	6	0,31

Malgré quelques irrégularités, ce tableau montre nettement qu'au contraire, les régions les plus froides des Alpes sont préférées par *Aeropus sibiricus*; les relevés, malheureusement très rares dans ces massifs de faible altitude, susceptibles de contenir cette espèce, la contiennent effectivement dans la proportion de 3 sur 4; il est certain que si les massifs de la zone subalpine avaient une altitude un peu plus élevée, on y trouverait en abondance *Aeropus sibiricus*.

Des courbes différentielles exprimant la densité en fonction de l'alti-

tude, ne peuvent être tracées, les régions les plus froides ne contenant que très peu de relevés fournissant cette espèce; la courbe correspondante serait amputée de toute sa partie d'altitude élevée.

Par contre, il est très intéressant de calculer les températures moyennes *vraies* de juillet auxquelles correspondent les relevés; elles donneront le domaine d'existence de l'espèce. On constate facilement que ces températures s'échelonnent de 7°5 à 13°5 et, comme on dispose sur cette espèce d'une documentation importante et sûre, on peut assigner comme limites de température à *Aeropus sibiricus*

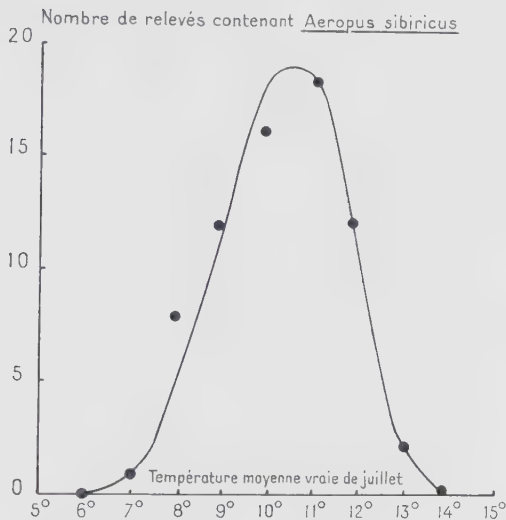


FIG. 189. — En abscisses, température moyenne vraie de juillet; en ordonnées, nombre de relevés contenant *Aeropus sibiricus*; la courbe en cloche obtenue montre les limites et l'optimum de température de l'espèce.

7 et 14° (moyennes de juillet). Portant en abscisses les températures de degré en degré, en ordonnées le nombre correspondant de relevés contenant cet insecte, on obtient une courbe en cloche un peu dissymétrique dont le maximum — indiquant la température optimale pour l'espèce — est situé à 11° (fig. 189).

Aeropus sibiricus est donc une espèce *thermophobe* et *sténotherme*; elle ne possède qu'un faible domaine de température qui la confine en France aux altitudes élevées, mais lui permet de vivre en plaine dans le Nord de la région paléarctique.

Conclusion.

Grâce aux nombres élevés d'échantillons recueillis d'*Aeropus sibiricus* et de relevés où ils ont été trouvés, il a été possible d'analyser assez exactement les conditions d'existence de cette espèce, en utilisant au besoin quelques procédés particuliers.

Cette espèce, si commune en altitude élevée dans les montagnes françaises, est assez indifférente à l'humidité, mais montre cependant une *hygrophilie* relative; son domaine d'existence dans l'échelle des températures moyennes de juillet est compris entre 7 et 14°, ce qui en fait, comme il était bien naturel, une espèce *sténotherme* et *thermophobe*.

Sa présence exclusive en haute montagne d'une part, dans les Alpes et leurs prolongements, les Pyrénées et même les Vosges d'autre part, le Nord de la région paléarctique de la Scandinavie à la Sibérie est donc toute naturelle. Sa distribution est boréo-alpine et son aire de répartition s'est fragmentée à la période post-glaciaire; il est rationnel de lui donner une origine angarienne.

Il est probable qu'au cours des périodes glaciaires, *Aeropus sibiricus* peuplait une grande partie de la France et c'est le réchauffement de la température qui l'a amené à se réfugier sur les montagnes. Cependant, malgré de nombreuses recherches de divers auteurs, il n'a pas été trouvé dans le Massif Central, ce qui est étonnant, car il ne manque pas dans cette région de lieux où la température est assez basse en été pour permettre son existence, alors qu'il a été trouvé dans les Vosges, moins favorables à ce point de vue. On peut expliquer cette absence par un réchauffement du climat dans une phase post-glaciaire qui aurait détruit les colonies de cette région — une élévation de température de 4° aurait suffi —, et le Massif Central, isolé des deux refuges des Alpes et des Pyrénées, n'aurait pu se repeupler; l'isolement est assez ancien pour avoir donné naissance dans les Pyrénées à une forme distincte de celle des Alpes. Les Vosges se seraient au contraire repeuplées par l'intermédiaire du Jura suisse, beaucoup moins isolé de l'arc alpin.

Arcyptera fusca.

Arcyptera fusca est l'espèce la plus commune du genre et la seule qui se trouve réellement dans les Alpes, *Arcyptera kheili* n'existant qu'à l'extrême bord de la chaîne alpine, dans des massifs se rattachant plutôt à la Haute Provence.

C'est une espèce de grande taille (23 à 31 mm pour le mâle, 30 à 39 mm pour la femelle), de couleur brune marquée de jaune. Le dimorphisme sexuel est prononcé : la femelle, plus grosse, a des élytres courts, n'atteignant pas l'extrémité abdominale, et des ailes rudimentaires; le mâle, au contraire, a les organes du vol très bien développés; son chant est très vigoureux.

Arcyptera fusca est une des espèces vraiment montagnardes les plus communes dans les Alpes : sur 300 relevés environ, 109, soit 36 %, le contenaient; il en a été recueilli 634 exemplaires, soit plus de 3 % des nombreux Orthoptères prélevés — environ 20 000. Elle existe partout dans les Alpes françaises, du Chablais aux Alpes-Maritimes; l'unique massif d'où elle semble absente est le Mont Ventoux où des

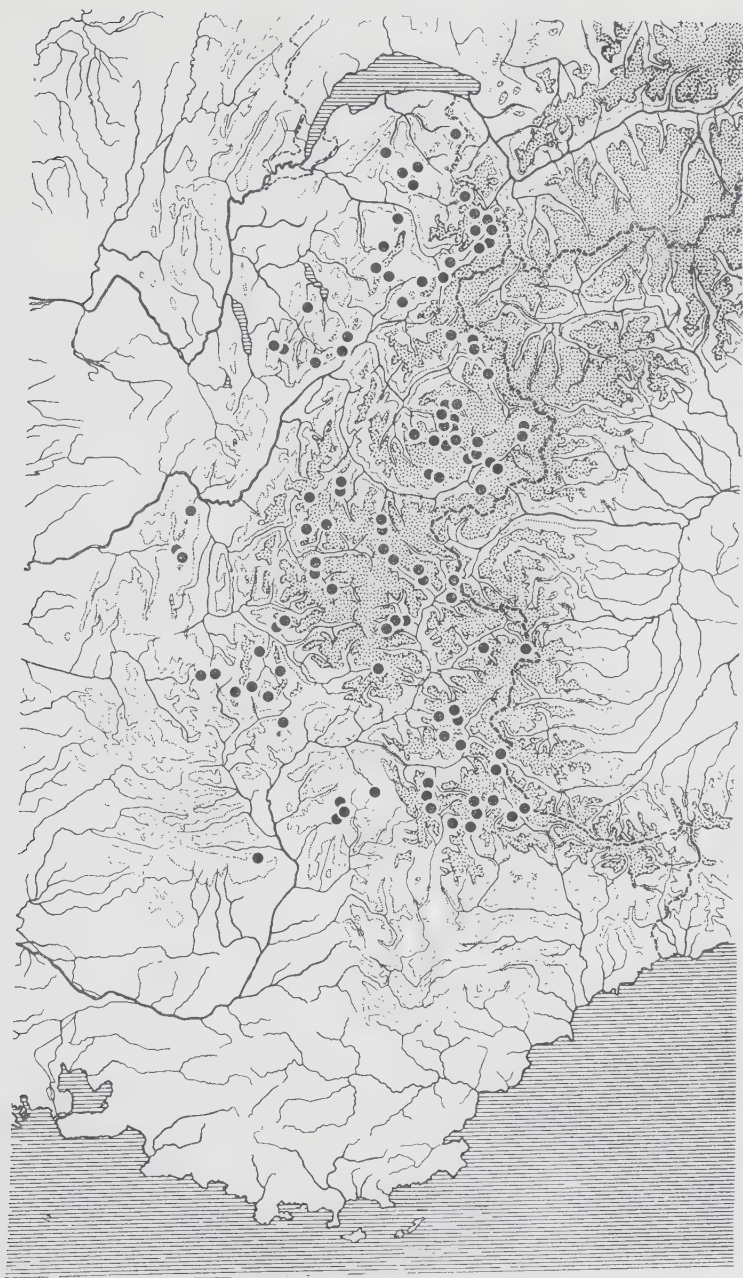


FIG. 190. — Emplacement des relevés contenant *Arcyptera fusca*.

recherches pourtant particulièrement minutieuses n'ont pas réussi à la découvrir; elle existe pourtant à quelques kilomètres de là, dans la montagne de Lure, plus à l'Est, mais y est rare (fig. 190).

Arcyptera fusca existe un peu partout dans l'arc alpin; on le trouve également dans les Pyrénées, quoique plus rarement; il a été trouvé aussi dans le Jura et en plusieurs points de la bordure méridionale du Massif Central : Aigoual, causse de Larzac. Sa répartition est vaste et couvre une grande partie de l'Europe et de l'Asie paléarctique.

Bien qu'il s'agisse surtout d'une espèce montagnarde — au sens des botanistes — vivant entre 1 000 et 2 000 m d'altitude, elle peut monter un peu plus haut et descendre, mais rarement — 6 relevés sur 109 —, un peu au-dessous. On en a pourtant signalé quelques captures en plaine; la seule dont on ait pu avoir connaissance est celle faite par GRASSÉ (1929), à quelques kilomètres de Périgueux; cette capture est étonnante et rend peu claire l'écologie de cet Orthoptère.

Influence de l'humidité.

Tous les relevés étant répartis en 5 classes pour lesquelles l'indice d'aridité de juillet varie de 10 en 10, on calcule dans chaque classe la proportion de relevés contenant *Arcyptera fusca*; on obtient le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Arcyptera fusca</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Arcyptera fusca</i>
Entre 10 et 20.....	39	6	0,15
20 et 30.....	117	45	0,38
30 et 40.....	20	9	0,45
40 et 50.....	80	30	0,37
50 et 60.....	39	19	0,49

Arcyptera fusca semble assez indépendant des conditions hygrométriques, à condition toutefois que le milieu ne soit pas trop sec, auquel cas sa fréquence diminue notablement; on pourrait le dire plutôt *xérophobe* qu'*hygrophile* (fig. 191).

Le grand nombre de relevés que l'on possède permet de tracer des courbes différentielles exprimant en fonction de l'altitude la densité, c'est-à-dire le nombre d'*Arcyptera fusca* par mètre carré de relevé, en séparant les relevés des régions les plus sèches (indice d'aridité de juillet compris entre 10 et 30) et les relevés des régions les plus humides (indice d'aridité de juillet compris entre 40 et 60) (fig. 192).

On obtient deux courbes assez irrégulières, assez voisines, s'étendant sur le même intervalle d'altitude, ressemblant à des courbes en cloche à montée et descente assez brusque. La courbe des régions humides

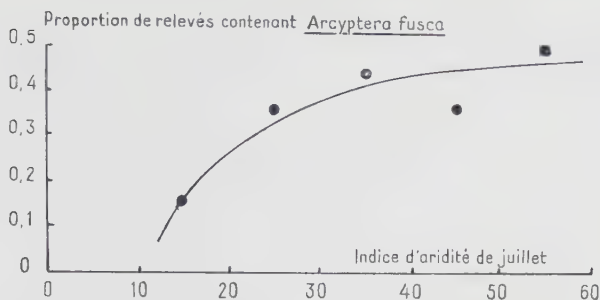


FIG. 191. — Variation de la fréquence d'*Arcyptera fusca* en fonction de l'indice d'aridité de juillet; l'espèce semble mal supporter les climats les plus secs.

est constamment un peu au-dessus de l'autre et la valeur de leurs maxima sont respectivement voisines de 0,15 et 0,13 par m².

Cet autre renseignement recoupe donc le premier et confirme l'*hygrophilie* ou plutôt la *xérophobie* légère, mais indiscutable, d'*Arcyptera fusca*.

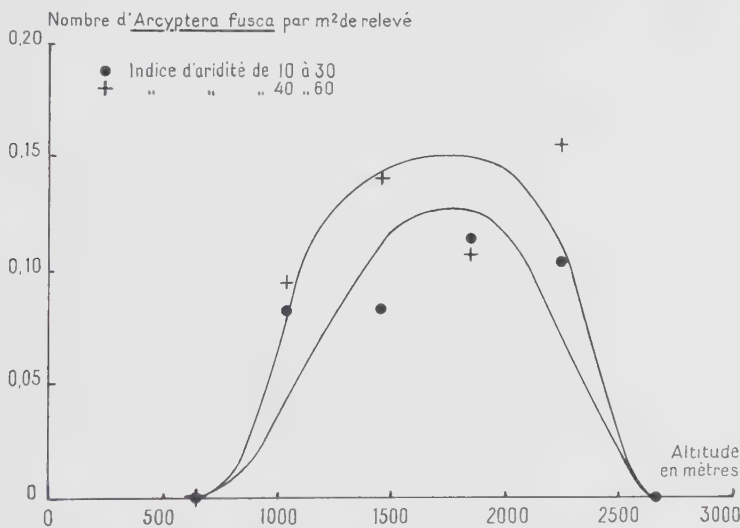


FIG. 192. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Arcyptera fusca* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet humide, • climat de juillet sec).

Influence de la température.

Pour éliminer les variations dues à l'altitude, et comparer entre eux l'ensemble des relevés, on utilisera la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer. Tous les relevés sont divisés en 5 classes pour lesquelles cette température varie de degré en degré

et on calcule, dans chaque classe, la proportion de relevés contenant *Arcyptera fusca*. On obtient le tableau suivant :

TEMPÉRATURE DE JUILLET AU NIVEAU DE LA MER	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT <i>Arcyptera fusca</i>	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT <i>Arcyptera fusca</i>
Entre 20 et 21°.....	39	12	0,31
21 et 22°.....	9	6	0,66
22 et 23°.....	94	36	0,38
23 et 24°.....	129	46	0,36
24 et 25°.....	24	9	0,37

A part la seconde valeur, due très probablement à une fluctuation purement aléatoire dans une classe très peu nombreuse, toutes les proportions obtenues sont très comparables et il semble bien que la température de la région n'intervient pas sur la fréquence d'*Arcyptera fusca* (fig. 193).

Les relevés utilisables étant nombreux, on peut construire des courbes différentielles exprimant en fonction de l'altitude la densité

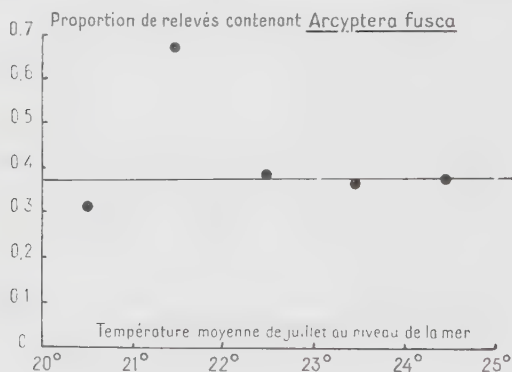


FIG. 193.

Variation de la fréquence d'*Arcyptera fusca* en fonction de la température moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer.

d'*Arcyptera fusca* par mètre carré de relevé; on séparera les relevés des régions froides (20 à 22°) des régions chaudes (23 à 25°) et on pourra même ici tracer la courbe intermédiaire (22 à 23°) qui sera fondée sur un nombre suffisant de relevés (fig. 194). On obtient 3 courbes régulièrement décalées, leurs maxima étant placés à 1 300, 1 600 et 2 000 m dans l'ordre attendu; les deux correspondant aux températures basses et moyennes sont symétriques tandis que celle des régions chaudes tombe bien plus rapidement vers les hautes altitudes. Un fait particulièrement à souligner est que les trois maxima correspondent à des valeurs très inégales qui s'échelonnent régulièrement de 0,08 (froid) à 0,16 (moyen) et 0,25 (chaud) au m².

Par conséquent, à condition évidemment de se placer dans les conditions de température assez étroites où vit *Arcyptera fusca*, la température régionale, qui n'influe pas sur la fréquence de cette espèce, influe au contraire fortement sur sa densité, l'espèce étant plus nombreuse dans les régions les plus chaudes.

On a également calculé les températures vraies de juillet qui correspondaient à chaque relevé. Celles-ci sont comprises entre 9°5 et 17°5. En fait, 2 relevés seulement dépassent 16°, l'un en Vanoise dans une

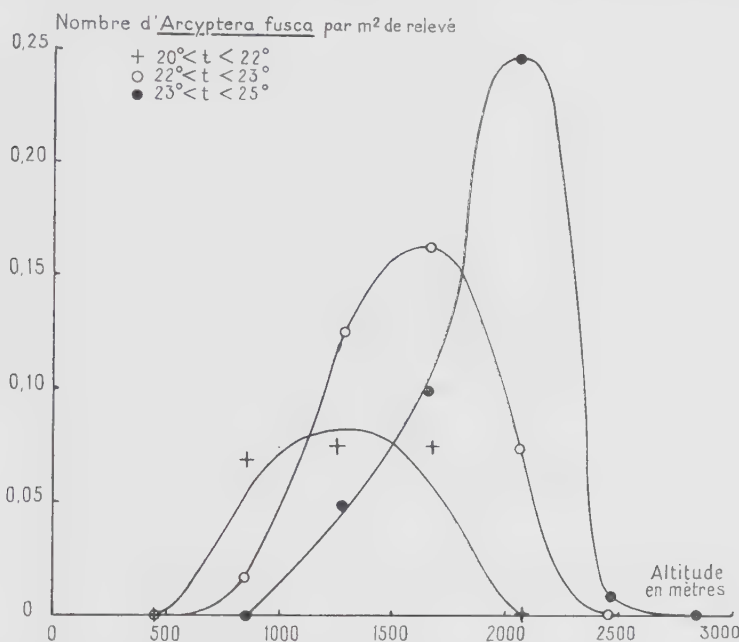


FIG. 194. — Courbes différentielles exprimant la densité d'*Arcyptera fusca* en fonction de l'altitude (+ climat de juillet froid, o climat de juillet moyen, • climat de juillet sec).

vallée fort boisée et encaissée où la température locale est certainement abaissée par rapport à la moyenne régionale, l'autre dans les Bauges dans une clairière fraîche et humide, certainement dans le même cas; comme des plantes alpines peuvent descendre fort bas le long des ruisseaux, des Orthoptères montagnards peuvent, à la faveur de microclimats favorables, descendre d'un de leurs habitats naturels un peu plus bas qu'ils ne pourraient le faire ailleurs. Il est assez probable que les véritables limites d'*Arcyptera fusca* quant à la moyenne de température de juillet sont 9 et 16°, tout au moins quant à son habitat normal en montagne. Il apparaît donc comme un Orthoptère fort *sténotherme*, sans que ce caractère varie d'ailleurs avec l'humidité.

Conclusion.

La répartition en montagne d'*Arcyptera fusca*, espèce légèrement *hygrophile*, *sténotherme*, recherchant un optimum de température de 13°, s'explique assez bien grâce à ces données : présence dans les Alpes, les Pyrénées, le Jura — peut-être la découvrirait-on dans les Vosges avec des recherches plus approfondies. Sa présence dans le Sud du Massif Central fait un peu oublier son absence — due peut-être aussi à une prospection insuffisante — dans le reste de cette région dont les caractères climatiques sembleraient bien lui convenir à première vue.

Malheureusement, les captures faites en plaine et particulièrement celle de GRASSÉ près de Périgueux, avec une température moyenne de juillet au moins égale à 19°, forcent à reconnaître qu'un ou plusieurs facteurs importants de la distribution d'*Arcyptera fusca* nous échappent complètement. Il est certain que les *Arcyptera fusca* du Périgord sont venus par les Causses, bordant à l'Ouest le Massif Central, mais la température aurait dû les repousser sur les régions plus élevées. Peut-être s'agit-il d'une race physiologique différente, plus résistante à la chaleur. On en est réduit là aux hypothèses.

La distribution de cette espèce évoque nettement une origine angarienne. Rien ne s'y oppose dans ses caractères écologiques : *sténotherme* froid, *hygrophile* modéré, *Arcyptera fusca* fait certainement partie de la faune de l'Angara.

III. — ÉTUDE DE QUELQUES PROBLÈMES GÉNÉRAUX

CYCLE ANNUEL

Les nombreuses observations et l'important matériel accumulés au cours de ces recherches sur le terrain permettent d'apporter quelques précisions sur le cycle annuel des Orthoptères qui vivent en montagne, bien qu'il s'agisse d'un sujet un peu en dehors du cadre général de cette étude.

La plupart des espèces ont une vie active qui s'étend sur la période assez courte des mois d'été. Les éclosions se produisent à une époque variable suivant la latitude, l'altitude et probablement l'espèce, au cours des mois de mai et de juin. La vie larvaire, de durée aussi très inégale, peut se poursuivre jusqu'en septembre; les adultes apparaissent depuis juillet jusqu'à septembre, et il n'est pas rare de trouver encore des individus à l'état larvaire à la fin du mois de septembre. L'accouplement et la ponte ont lieu en août et septembre. Au cours de ce dernier mois, la mortalité commence à être très importante et vers le début d'octobre les Orthoptères de beaucoup d'espèces ont à peu près disparu.

Tous ces phénomènes dépendent étroitement des circonstances météorologiques et leur date est très variable suivant l'année. En 1955 et en 1960, les chutes de neige, très précoces au cours du mois de septembre, ont rapidement dépeuplé dans les Alpes du Nord les altitudes supérieures à 1 500 m qui, au début d'octobre, étaient complètement vides d'Orthoptères. En 1958, au contraire, la vie s'est prolongée assez tard, même en haute montagne. Des circonstances analogues ont la même influence au printemps, retardant plus ou moins les éclosions, et il faut suivre ces phénomènes pendant une série de saisons consécutives pour en avoir une idée exacte. On peut cependant dire qu'en règle générale, la vie active des Orthoptères de montagne s'étend du début du mois de juin à la fin de septembre.

Les hivernants.

Dans le Midi méditerranéen, certaines espèces hivernent assez régulièrement à l'état adulte, comme *Pyrgomorpha conica* et *Acrotylus insubricus*; mais uniquement à faible altitude et aussitôt qu'on s'élève sur les massifs provençaux, même peu élevés comme la Sainte-Baume, ce phénomène ne se produit plus.

A plus forte raison, en montagne où les chutes de neige hivernales sont toujours importantes et le froid vif, aucune espèce n'hiverné à l'état adulte et il n'y a rien là que d'assez naturel. Cependant, certains Grillons : *Gryllus campestris* et *Nemobius silvestris*, passent fréquemment l'hiver soit à l'état adulte, soit à l'état de larve assez âgée; mais il est juste de dire que ces espèces n'atteignent jamais des altitudes élevées; elles n'apparaissent dans aucun relevé au-dessus de 1 100 m et ne font donc pas partie, au sens propre du terme, de la faune montagnarde. Leur hivernage se fait dans des terriers ou sous des tas de feuilles mortes. Ce cas est également celui de beaucoup d'espèces de *Tetrix*, sur lesquelles nous n'avons que peu de renseignements.

La ponte.

Toutes les espèces d'Orthoptères qui vivent en montagne passent donc à l'état d'œuf la mauvaise saison et la rupture de la diapause n'intervient qu'aux premiers beaux jours.

La plupart pondent dans la terre, les Acridiens fractionnant leur ponte dans des sortes de petits oothèques rudimentaires contenant une dizaine d'œufs, dont le nombre total atteint environ la centaine, dans la majorité des cas.

Certaines espèces toutefois pondent dans les végétaux; le cas est rare chez les Acridiens : *Chrysochraon dispar*. *Euthystira brachyptera* dépose même directement ses oothèques sur les plantes. Au contraire, les Ensifères pondent assez fréquemment dans les diverses parties des végétaux qu'ils fréquentent, surtout s'il s'agit d'espèces arboricoles : *Tylopsis* dans les tiges, *Leptophyes* et *Meconema* dans les écorces sèches, *Platycleis denticulata* dans les touffes de mousses, *Æcanthus pellucens* dans les tiges desséchées.

Proportions de jeunes.

Dans la plupart des relevés réalisés, on s'attachait principalement à recueillir des adultes, seuls utiles pour déterminer la composition spécifique de la population. En effet, à part de rares cas, la détermination des jeunes, surtout des formes précédant le dernier stade, est extrêmement difficile et même probablement impossible tant que n'aura pas été fait un travail systématique sur ce sujet encore tout à fait inexploré; il nous a paru en tout cas plus prudent de limiter la détermination aux seuls adultes, chez lesquels elle offre déjà bien des difficultés dans certains groupes homogènes ou en voie de différenciation.

En conséquence, le seul renseignement recueilli sur les formes

jeunes dans les relevés était une estimation globale de leur proportion dans la population; elle était faite simplement à vue, de façon approximative; des ramassages portant sur la totalité des insectes, faciles au crépuscule ou par temps momentanément couvert, permettaient de vérifier ces proportions estimées. Il a été constaté qu'avec un peu d'habitude, l'estimation, sans avoir une précision qu'on ne peut lui demander, est très suffisante pour apprécier cette proportion globale. On rejoint ici l'idée de WEIDNER (1954) qui, très habitué aux collectes d'Orthoptères, se fie beaucoup plus à l'observation attentive d'un entomologiste averti qu'aux captures aléatoires d'une faune très mobile, pour en déterminer de façon approximative les proportions des constituants.

Ainsi, à la plupart des relevés est annexée une estimation approchée de la proportion globale des formes jeunes qui s'y trouvent. Ces estimations, étant toutes faites par le même observateur, sont utilisables au moins en valeur relative; les moyennes, portant sur des nombres assez élevés, deviennent par surcroît beaucoup plus dignes de confiance et c'est pourquoi, sur la base de ces estimations qui pourraient sembler fragile, on a pu donner certains résultats qui, pris dans leur ensemble, ont une valeur incontestable.

Proportions de jeunes en fonction de la date.

Il est facile, grâce à la possession de l'ensemble de ces données, d'étudier approximativement pour chaque période de l'été la proportion moyenne de jeunes prise pour toutes les régions des Alpes françaises et pour toutes les altitudes, celles-ci ayant beaucoup varié suivant les années de récolte pour une même date; chaque mois a été divisé en 3 périodes de 10 ou 11 jours et la moyenne a été calculée pour chacune d'entre elles.

Les données qui se rapportent au mois de juillet sont très peu nombreuses, donc peu sûres; mais elles ont été cependant présentées car elles sont en bon accord avec celles des autres mois et correspondent à ce que l'on peut facilement constater sur le sujet. En effet, quelques recherches effectuées les premières années ont montré que les relevés de juillet étaient pratiquement inutilisables, même dans les Alpes du Sud et à faible altitude, à cause de la très forte proportion de jeunes qui s'y rencontrait — atteignant 100 % au Mont Ventoux, à 1 400 m d'altitude, le 4 juillet 1951 ! La date d'apparition des adultes étant de plus certainement différente pour chaque espèce, négliger les jeunes dans les relevés trop précoces aurait faussé la composition de la population étudiée, en attribuant un pourcentage trop fort aux espèces précoces, trop faible aux espèces tardives; et ceci dans des proportions qu'il était à peu près impossible d'apprécier. En conséquence, les années suivantes, les relevés ne furent commencés qu'au début du

mois d'août, et même un peu plus tard les mauvaises saisons, de façon à n'avoir affaire qu'à des proportions de jeunes inférieures à 30 % ; ceci donnait l'assurance d'une exactitude suffisante dans les pourcentages déterminés.

Compte tenu de ces remarques, les résultats obtenus ont été rassemblés dans le tableau suivant :

DATE	PROPORTION MOYENNE DE JEUNES
Du 1 ^{er} au 10 juillet.....	1,00
Du 11 au 20 juillet.....	0,66
Du 21 au 31 juillet.....	0,45
Du 1 ^{er} au 10 août.....	0,38
Du 11 au 20 août.....	0,25
Du 21 au 31 août.....	0,23
Du 1 ^{er} au 10 septembre.....	0,12
Du 11 au 20 septembre.....	0,04
Du 21 au 30 septembre.....	0,04

En portant en abscisses la date, en ordonnées la proportion moyenne de jeunes, on obtient une courbe décroissante assez régulière (fig. 195) qui exprime clairement les résultats précédents. Il est

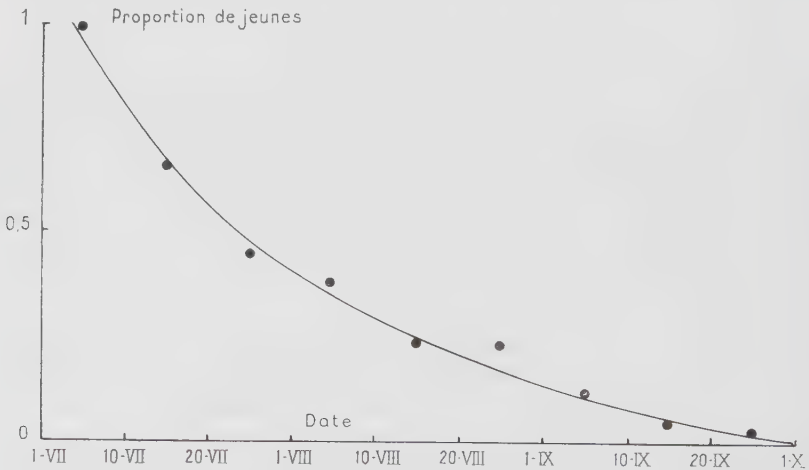


FIG. 195. — En abscisses, dates de l'été en classes approximatives de 10 jours; en ordonnées, proportions globales de formes jeunes dans l'ensemble des relevés de ces époques; la courbe décroît très régulièrement. Au début de juillet, les espèces sont encore pratiquement toutes à l'état larvaire; à la fin de septembre, il reste encore une petite proportion de larves non transformées.

certain qu'en plaine, une courbe analogue serait assez fortement décalée vers la gauche; l'altitude se marque là surtout par un retard de l'éclosion et, par suite, du développement larvaire.

Proportions de jeunes en fonction de l'altitude.

Le grand nombre de relevés dont on dispose permet d'étudier justement de quelle façon varie la proportion des jeunes en fonction de l'altitude, et ainsi d'évaluer dans une certaine mesure l'influence de l'altitude sur le retard du cycle annuel.

On a choisi de faire cette étude sur les deux périodes où les matériaux étaient les plus abondants, c'est-à-dire du 10 au 20 août et du 10 au 20 septembre, ce qui peut permettre d'utiles comparaisons; les relevés ont été groupés par classes d'altitude de 400 m, afin d'obtenir dans chacune d'elles une moyenne valable. Les résultats obtenus ont été présentés dans le tableau suivant :

ALTITUDE	PROPORTION DE JEUNES DU 10 AU 20 AOÛT	PROPORTION DE JEUNES DU 10 AU 20 SEPTEMBRE
De 300 à 600 mètres.....	—	0,03
De 700 à 1 000 mètres.....	0,20	0,06
De 1 100 à 1 400 mètres.....	0,31	0,05
De 1 500 à 1 800 mètres.....	0,23	0,06
De 1 900 à 2 200 mètres.....	0,19	0,05
De 2 300 à 2 600 mètres.....	0,16	0,03
De 2 700 à 3 000 mètres.....	0	—

Il est intéressant de constater que pour les deux périodes envisagées, la proportion moyenne de jeunes passe par une valeur maximum aux environs de 1 500 m d'altitude; une représentation graphique obtenue en portant en abscisses l'altitude et en ordonnées la proportion de jeunes traduit clairement ce résultat, encore plus net pour septembre que pour août. Naturellement, l'ensemble de la courbe de septembre est très au-dessous de celle du mois d'août, car les proportions de jeunes y sont bien moindres. L'extrapolation semble indiquer qu'en plaine, aux périodes envisagées, cette proportion est déjà pratiquement nulle (fig. 196).

Un tel résultat, qui n'était guère prévisible *a priori*, est difficilement interprétable en l'absence de données précises sur le cycle individuel, au moins de quelques espèces caractéristiques. On peut toutefois présenter, avec quelque vraisemblance, l'hypothèse suivante : aux faibles altitudes, le développement larvaire des espèces de plaine est en moyenne à peu près achevé dès le milieu d'août; en haute montagne, il est très avancé et cela est dû à la grande proportion dans ces populations d'espèces alpines, spécialement adaptées aux étés courts de ces milieux par un développement larvaire très rapide; aux altitudes moyennes, une forte proportion d'espèces de plaine voient leur déve-

loppement considérablement retardé, alors que celui des espèces alpines et montagnardes est plus avancé; et, plus cette proportion est importante dans les populations de la zone montagnarde, plus la proportion de jeunes de ces espèces restera élevée à ces époques; il est probable qu'à ces altitudes, bon nombre de jeunes des espèces de plaine n'arrivent jamais à l'état adulte et que, s'ils y arrivent, ils n'ont pas le temps d'acquérir la maturité sexuelle ou ne l'acquièrent que dans l'arrière-saison.

Cette hypothèse, assez vraisemblable, demanderait évidemment à être contrôlée en étudiant les proportions de chaque espèce au sein

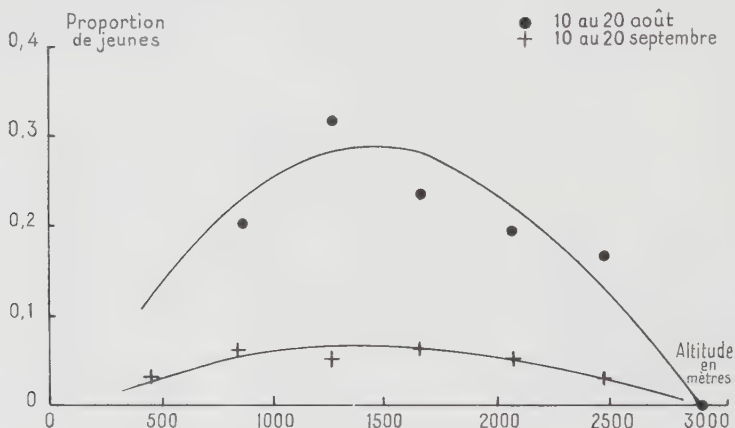


FIG. 196. — Pour deux périodes de l'été (● 10 au 20 août, + 10 au 20 septembre), on a tracé les courbes indiquant la proportion globale de jeunes en fonction de l'altitude; elles présentent un maximum vers 1 500 m.

des populations de jeunes; il serait alors facile de voir si les espèces alpines ou simplement montagnardes sont plus précoces que les espèces de plaine qui s'aventurent en altitude et qui sont d'ailleurs nombreuses et abondantes. Cette étude apporterait des précisions importantes sur la durée du cycle des différentes sortes d'espèces et mettrait en évidence son adaptation à l'une des principales caractéristiques du milieu d'altitude : ses étés courts; il est d'ailleurs évident et bien connu qu'il en est ainsi pour les espèces dont l'habitat est le plus élevé, comme *Aeropus sibiricus* et *Melanoplus frigidus*; mais une étude d'ensemble serait certainement instructive; elle demanderait malheureusement une étude systématique préalable des formes larvaires qui reste encore à faire.

*DENSITÉ GLOBALE
DES POPULATIONS D'ORTHOPTÈRES*

En ayant à sa disposition 300 relevés provenant de toutes les régions des Alpes et formant un échantillonnage déjà important, il est assez naturel d'essayer d'évaluer, même très grossièrement, les effectifs totaux des populations d'Orthoptères qui y vivent.

A chaque relevé, qui fixe la proportion de chaque espèce dans la population locale, on adjoint une estimation approximative de la densité globale, c'est-à-dire du nombre moyen d'Orthoptères par mètre carré. La plupart du temps, cette estimation a été faite à vue d'œil, en plusieurs points du territoire où a été fait le relevé, et la moyenne peut être prise comme densité globale des Orthoptères; cette manière de procéder n'est évidemment pas à l'abri de tout reproche; mais on ne peut dissimuler les difficultés énormes qu'il y aurait à accomplir effectivement des prélèvements exacts sur des surfaces fixées à l'avance, en raison de la mobilité de ces insectes.

Toutefois, on a pu avoir l'occasion de vérifier le degré d'exactitude de ces estimations à vue, en faisant après coup un ramassage très exact sur des surfaces connues, en haute altitude, lorsqu'un nuage important passant sur le soleil abaisse presque instantanément la température, ou même plus bas lorsque le soir commence à tomber; les Orthoptères cessent alors presque tout mouvement et, sur une prairie assez rase, on peut affirmer à coup sûr la capture d'un pourcentage de la population supérieur à 95 %. On a pu constater ainsi à maintes reprises que les estimations faites par de simples coups d'œil ne différaient guère de celles obtenues par des procédés plus rigoureux; on a donc utilisé leurs résultats sans trop d'arrière-pensée, en comptant de plus sur le grand nombre de relevés effectués pour opérer une compensation mutuelle des erreurs. Enfin, les résultats numériques obtenus ne sont présentés qu'à titre d'ordre de grandeur.

Il a paru intéressant de séparer ceux qui ont été obtenus dans les Alpes du Nord et dans les Alpes du Sud, la limite entre les deux étant celle adoptée à peu près unanimement par les géographes : cols de la Croix-Haute, Bayard et du Lautaret, plutôt que d'utiliser une séparation fondée sur des données plus particulières telles que l'indice d'aridité ou la température moyenne. Il est d'ailleurs reconnu que cette ligne forme une limite très naturelle entre les deux grandes régions des Alpes françaises.

Les relevés ayant été répartis dans ces deux grandes catégories, on a étudié pour chacune d'elles la variation de la densité globale en fonction de l'altitude, en faisant simplement la moyenne arithmétique

des densités globales de chaque relevé compris dans des limites altitudinales variant de 400 en 400 m. On a obtenu ainsi deux courbes assez régulières; on dispose de renseignements suffisants dans les Alpes du Nord pour pousser la courbe jusqu'au niveau de la mer; il n'en a pas été de même pour les Alpes du Sud où il a fallu s'arrêter au-dessous de 800 m; dans ces territoires en effet, au-dessous de 1 000 m d'altitude, on ne rencontre pratiquement plus de représentants des espèces de montagne et la faune devient purement méditerranéenne, sortant alors du cadre de cette étude; presque aucun relevé n'y a donc été fait au-dessous de 800 m.

Ces deux courbes débutent par un palier — dont la valeur est pour les Alpes du Sud voisine de 6 au m², pour les Alpes du Nord un peu

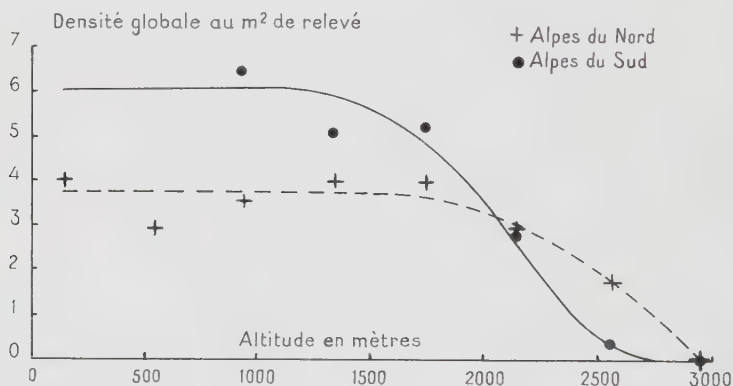


FIG. 197. — Variation de la densité globale moyenne dans les relevés (nombre moyen d'Orthoptères au mètre carré), en fonction de l'altitude (+ Alpes du Nord, • Alpes du Sud).

inférieure à 4 au m² —, commencent à s'infléchir vers le bas vers 1 500 m d'altitude et s'annulent à 2 900 m; la chute de la courbe méridionale est beaucoup plus rapide que celle de la courbe septentrionale et toutes deux se croisent vers 2 100 m (fig. 197).

Il est d'abord intéressant de constater la plus grande densité des Orthoptères dans les Alpes du Sud que dans celles du Nord, au moins aux basses altitudes; ceci est assez naturel : il est facile de se rendre compte que dans le Midi de la France, autour des Alpes méridionales, cet ordre est plus richement représenté que dans les plaines françaises du Nord, non seulement par le nombre des espèces, mais aussi par celui des individus; les deux courbes ne font que traduire de façon objective cette impression vague.

On remarquera ensuite que dans les hautes régions, les proportions s'inversent : à altitude égale, les populations méridionales deviennent moins denses que les septentrionales. Il est hasardeux de préciser les causes de ce phénomène, qui sont probablement multiples et difficiles

à mettre en évidence; on pourra citer parmi elles la végétation alpine beaucoup plus pauvre et montant souvent moins haut dans les Alpes du Sud souvent calcaires, riches en éboulis et en lapiaz stériles, et manquant d'eau; et il ne faut pas oublier que les Orthoptères, généralement peu difficiles sur le choix des plantes qui forment leur nourriture, ont quand même besoin d'un peu de végétation pour subsister et d'un sol assez meuble pour pondre. Une autre cause peut être invoquée avec l'origine angarienne de la plupart des espèces d'altitude, beaucoup étant plus ou moins hygrophiles; dans les régions élevées où ces espèces forment la majorité de la population, les climats trop secs ne leur sont peut-être pas très favorables.

L'ensemble du territoire des Alpes françaises — environ 35 000 km², au sens que nous lui attribuons — ne peut être peuplé dans sa totalité par les Orthoptères, et de très vastes régions ont une densité de population beaucoup plus faible que celles que nous avons indiquées : les altitudes élevées, les glaciers, les éboulis, les forêts épaisses de moyenne altitude. Les moyennes mises en évidence ne concernent que la densité à l'intérieur des *relevés*, qui ont déjà fait eux-mêmes l'objet d'un choix par le fait de la présence d'Orthoptères. Il est difficile d'apprécier la fraction de surface du territoire des Alpes françaises qui n'est que peu ou pas peuplée de ces insectes; il semble que la moitié serait une estimation assez large. Si l'on prend alors pour densité moyenne des relevés de toute provenance et de toute altitude la valeur de 4 Orthoptères au m², estimation qui semble modeste, on voit que la densité moyenne des Orthoptères dans l'ensemble de la superficie des Alpes françaises sera au moins de 2 au m², soit $2 \cdot 10^6$ au km², soit sur ce territoire entier pas beaucoup moins de 10^{11} individus. Les espèces rares dont il n'a été trouvé qu'une vingtaine d'individus sur 20 000 Orthoptères prélevés en tout compteraient donc encore environ 10^8 représentants dans les Alpes françaises et une espèce qui n'aurait fourni qu'un seul exemplaire, de l'ordre de $5 \cdot 10^6$. On conçoit donc qu'il puisse être tout à fait possible qu'une espèce vraiment rare, ne présentant en France que quelques dizaines de milliers de représentants — s'il en existe —, puisse échapper à des investigations même poussées.

Et pourtant, on ne rencontre qu'exceptionnellement sur notre territoire des espèces grégaires pour lesquelles la densité peut être beaucoup plus élevée et cela sur des étendues importantes. Aussi est-il naturel de penser que, les années de pullulation de certaines espèces habituellement de fréquence normale, la densité globale de l'ensemble d'un territoire comme les Alpes serait affectée de manière très sensible.

Si l'on prend 1 gramme pour masse moyenne des Orthoptères, on peut estimer très grossièrement la masse totale de la population des Orthoptères des Alpes françaises à 100 000 tonnes et, sur tout le territoire français, à plus de 1 million de tonnes.

LE BRACHYPTÉRISME DES POPULATIONS

Il est depuis longtemps admis que dans certains milieux bien déterminés (îles, cavernes, montagnes), les faunes d'Orthoptères sont principalement composées d'espèces brachyptères ou même complètement aptères. La question des Orthoptères de haute montagne mérite d'être ici discutée avec précision.

On rencontre en plaine beaucoup d'espèces à ailes courtes — tout le groupe des *Ephippigeridae* par exemple — et d'autre part, en montagne, de nombreuses espèces ont des organes de vol normaux ou à peine raccourcis — *Stauroderus scalaris*, *Aeropus sibiricus* par exemple. Il n'est pas moins vrai que des genres inféodés en France aux régions élevées — tous les *Podisma* au sens large par exemple — et qui forment une importante part des faunes de montagne sont fortement brachyptères.

Lorsque l'on fait à une altitude assez haute un relevé d'Orthoptères, on y trouve un certain nombre d'espèces, les unes proprement montagnardes, les autres qui se trouvent aussi en plaine, mais peuvent monter parfois très haut. Dans les deux cas, une certaine proportion de ces espèces est brachyptère, l'autre ne l'est pas; et, lorsqu'on a beaucoup collecté la faune montagnarde, le brachyptérisme de l'ensemble des individus qui la composent n'apparaît pas comme aussi évident qu'on l'admet d'habitude.

Disposant d'un grand nombre d'Orthoptères ramassés à toutes les altitudes — environ 20 000 insectes répartis en quelque 300 relevés —, il était possible de faire de cette notion de brachyptérisme des espèces liées aux hautes altitudes une étude statistique absolument objective, de façon à l'affirmer ou à l'infirmer, et en tout cas d'en donner une évaluation précise.

L'idée était de grouper tous les relevés par tranche d'altitude, et de les considérer comme des *sondages* de la population globale d'Orthoptères. Chaque espèce reçoit un *coefficient de brachyptérisme* K défini d'après les mensurations moyennes généralement admises, de la façon la plus commode suivant les évaluations dont on dispose — rapport élytre/fémur postérieur ou à défaut rapport élytre/longueur totale du corps; on prend évidemment la moyenne entre les deux valeurs obtenues pour les deux sexes dont le coefficient peut être très différent.

Pour chacun des relevés, on peut dès lors définir un *coefficient de brachyptérisme moyen* qui sera considéré comme un sondage sur le brachyptérisme de la population d'Orthoptères en ce point : on fait la moyenne de tous les coefficients de brachyptérisme des espèces présentes dans le relevé, pondérés par leur pourcentage dans le relevé. Ces nombres sont ensuite groupés par tranches d'altitude égale, on en

fait la moyenne et il est ainsi possible de suivre l'évolution du coefficient de brachyptérisme à mesure que l'altitude augmente.

Voici un exemple très simple : le relevé 415, fait à l'Alpe du Villar-d'Arène, à 2 000 m d'altitude, a donné :

<i>Podisma pedestris</i>	31 individus (11 ♂, 20 ♀)
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	29 individus (7 ♂, 22 ♀)
<i>Glyptobothrus biguttulus-b.-m.</i> ..	14 individus (6 ♂, 8 ♀)

On ne tient pas compte du sex-ratio, soumis à des fluctuations saisonnières, et on a calculé, à partir de mesures classiques dont on a pris la moyenne, le coefficient de brachyptérisme de ces 3 espèces, défini par le rapport longueur de l'élytre/longueur du corps, ce sont :

<i>Podisma pedestris</i> (très brachyptère)	0,197
<i>Myrmeleotettix maculatus</i> (normal)	0,700
<i>Glyptobothrus biguttulus</i> (normal)	0,835

Le coefficient de brachyptérisme du relevé K_R sera :

$$K_R = \frac{\sum n K}{\sum n} = \frac{(31 \times 0,197) + (29 \times 0,700) + (14 \times 0,835)}{31 + 29 + 14} = 0,514.$$

Il est bien évident que plus les espèces brachyptères sont abondantes dans le relevé, plus le coefficient de brachyptérisme K_R de celui-ci sera faible.

Il faut prendre cependant une précaution fondamentale qui apparaîtra comme nécessaire à qui a étudié un tant soit peu, même superficiellement les Orthoptères. Ce groupe est assez hétérogène et il est bien évident qu'on ne peut comparer le coefficient de brachyptérisme d'un Acridien, par exemple, avec celui d'un Ensifère. On sera donc amené à séparer pour cette étude les insectes de groupes différents.

Un excellent matériel est constitué par la superfamille des Acridiens, qui forment environ 9/10 des relevés; c'est un groupe homogène à l'intérieur duquel on peut faire des comparaisons fructueuses. Il a paru toutefois nécessaire d'en séparer la famille des *Tetrigidae*; les *Tetrix* ont en effet un aspect très différent de celui des autres Acridiens; les élytres sont très courts, mais les ailes souvent bien développées présentent un important polymorphisme; et un coefficient de brachyptérisme défini de la même façon que dans les familles voisines aurait certainement une signification bien différente. Heureusement, rares en montagne, ils n'apparaissent jamais qu'en très petit nombre dans les relevés, et les négliger n'enlève pratiquement rien à la généralité des résultats qu'on peut formuler sur les Acridiens.

Pour simplifier, les coefficients de brachyptérisme de chaque espèce ont été calculés grâce aux mensurations données dans la faune des Orthoptéroïdes de France de CHOPARD (1951). Malheureusement, pour bien des espèces, la mensuration du fémur postérieur n'est pas donnée; aussi, pour l'ensemble du groupe des Acridiens, le coefficient

de brachyptérisme est-il défini par le rapport longueur de l'élytre/longueur totale du corps, sujet à des fluctuations plus grandes. Grâce au très grand nombre de spécimens capturés, ces menues irrégularités n'ont pas une grosse importance pour l'étude d'un phénomène global.

En dehors des Acridiens, la seule famille utilisable pour cette étude est celle des *Tettigoniidæ* : encore assez abondamment représentée dans les relevés — 1 600 individus environ — et formée d'un assez grand nombre d'espèces variées, elle fournit aussi un bon matériel, quoique dix fois moins nombreux que les Acridiens. On a pu ici utiliser comme coefficient de brachyptérisme le rapport élytre/fémur postérieur, mieux défini, car les mensurations de ces deux organes se trouvent pour toutes les espèces dans l'excellente faune de CHOPARD.

Les autres familles de *Tettigonioidea* sont inutilisables; les unes parce que trop pauvrement ou même pas du tout représentées dans les relevés (*Phaneropteridæ*, *Meconemidæ*, *Conocephalidæ*, *Sagidæ*), les autres parce que toutes les espèces, très homogènes, ont des élytres si raccourcis que la définition d'un coefficient de brachyptérisme est illusoire (*Ephippigeridæ*). Enfin, les *Grylloidea* sont aussi très peu nombreux en montagne et la signification du brachyptérisme, dû à des mécanismes génétiques, y est certainement très différente de celle que l'on trouve chez les groupes d'Orthoptères voisins. Cette étude devra donc être limitée en France aux deux groupes des *Tettigoniidæ* et des *Acridoidea*, exception faite des *Tetrigidæ*.

Résultats obtenus sur les *Tettigonides*.

On donnera les résultats obtenus sur la famille des *Tettigoniidæ* sous forme de tableau montrant pour chaque altitude la valeur moyenne du brachyptérisme global ainsi, pour fixer les idées, que le nombre de relevés sur lequel il a été obtenu; certains relevés ne contenant pas du tout de membres de cette famille ne se retrouvent évidemment pas dans le tableau; il a été nécessaire de grouper les résultats de 200 en 200 m d'altitude, pour éliminer certaines fluctuations dues au hasard des prélèvements.

La première valeur doit être éliminée; elle n'est fondée que sur un seul relevé, ce qui est par trop insuffisant, et s'écarte trop des autres pour être conservée. A part elle, les valeurs décroissent très régulièrement à partir de 1 200 m d'altitude environ, alors qu'au-dessous elles forment un palier d'une valeur de 0,85 environ. On peut obtenir une excellente courbe en portant en abscisses les altitudes et en ordonnées les coefficients de brachyptérisme correspondants (fig. 198). Sa régularité montre bien que le brachyptérisme des *Tettigoniidæ* de montagne est un fait réel, d'autant plus prononcé et plus important que les populations vivent à une plus grande alti-

ALTITUDE EN MÈTRES	NOMBRE DE RELEVÉS	COEFFICIENT DE BRACHYPTÉRISME GLOBAL POUR CETTE ALTITUDE	ID. COMBINÉ SUR INTERVALLES DE 200 MÈTRES
300	1	1,347	
400	0		1,347
500	2	1,044	
600	2	0,736	0,890
700	5	0,703	
800	5	0,956	0,829
900	10	0,971	
1 000	12	0,729	0,839
1 100	21	0,932	
1 200	13	0,824	0,891
1 300	16	0,804	
1 400	15	0,834	0,818
1 500	21	0,760	
1 600	22	0,684	0,721
1 700	18	0,756	
1 800	14	0,606	0,690
1 900	10	0,514	
2 000	16	0,644	0,594
2 100	4	0,675	
2 200	10	0,332	0,430
2 300	8	0,410	
2 400	7	0,233	0,328
2 500	3	0,125	
2 600	0		0,125
2 700	0		

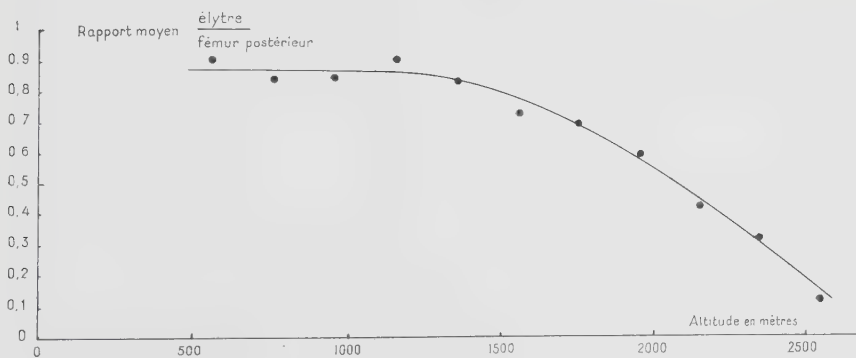


FIG. 198. — En abscisses, altitudes par classes de 200 m; en ordonnées, coefficient moyen de brachyptérisme de l'ensemble des relevés de chaque classe; vers 1 200 m, la courbe commence à décroître très régulièrement (résultat obtenu sur les seuls *Tettigoniidæ*).

tude. Ce phénomène est dû presque dans sa totalité à l'espèce *Anonconotus alpinus*, confiné en haute montagne, et dont la prépondérance devient absolue aux altitudes les plus élevées, alors que toutes les autres espèces disparaissent ou deviennent très rares.

Résultats obtenus sur les Acridiens.

On procèdera de la même façon pour les Acridiens; les relevés apparaissent cette fois au grand complet, car si certains ne contiennent pas de *Tettigoniidæ*, tous contiennent des Acridiens. Rappelons bien que le coefficient de brachyptérisme est ici défini comme le rapport élytre/longueur totale du corps et non pas élytre/fémur postérieur comme chez les Tettigonides. Ces deux quantités recouvrent donc des notions qui n'ont pas la même valeur et qu'il serait vain de vouloir comparer entre elles.

Le tableau suivant est disposé de la même manière que pour les *Tettigoniidæ*; il a été aussi nécessaire de grouper les relevés par classes de 200 m d'altitude, pour éliminer les fluctuations aléatoires.

ALTITUDE EN MÈTRES	NOMBRE DE RELEVÉS	COEFFICIENT DE BRACHYPTÉRISME GLOBAL POUR CETTE ALTITUDE	ID. COMBINÉ SUR INTERVALLES DE 200 MÈTRES
300	1	0,711	0,613
400	1	0,515	
500	3	0,810	
600	3	0,732	0,771
700	7	0,649	0,653
800	5	0,658	
900	12	0,611	0,712
1 000	12	0,575	
1 100	23	0,604	0,642
1 200	14	0,705	
1 300	21	0,681	0,693
1 400	18	0,707	
1 500	25	0,677	0,681
1 600	22	0,685	
1 700	22	0,647	0,647
1 800	21	0,647	
1 900	11	0,632	0,613
2 000	22	0,604	
2 100	8	0,597	0,607
2 200	16	0,612	
2 300	11	0,549	0,566
2 400	9	0,588	
2 500	4	0,545	0,543
2 600	1	0,533	
2 700	2	0,486	0,486
2 800	0		

On obtient pour les Acridiens des résultats très analogues à ceux obtenus sur les Tettigoniides. Les premières valeurs, qui portent sur un petit nombre de relevés, sont assez irrégulières et oscillent autour d'une moyenne qui est de l'ordre de 0,68; la courbe obtenue ne

commence à s'abaisser que vers une altitude de 1 500 m, tout en devenant très régulière (fig. 199).

Si l'on avait pu prendre comme coefficient de brachyptérisme le rapport élytre/fémur postérieur, le dénominateur de cette fraction étant plus faible que la longueur totale du corps, les valeurs de ces coefficients se seraient étalées entre des limites beaucoup plus écartées et l'abaissement de la courbe aurait été aussi prononcé que celui de la précédente.

Cet abaissement est dû à la prédominance dans les faunes des

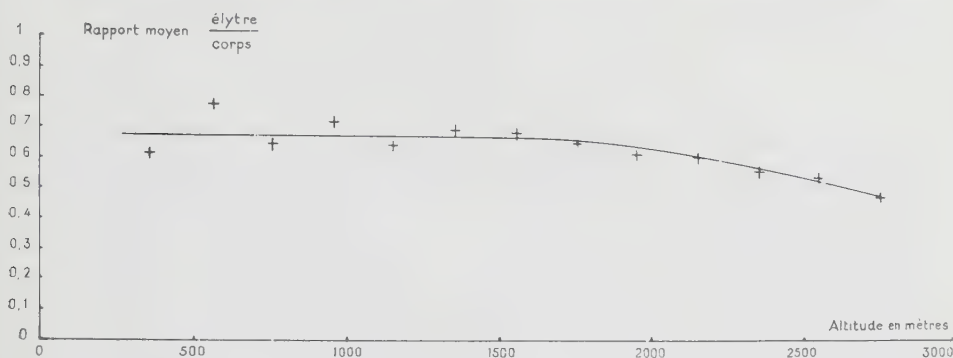


FIG. 199. — En abscisses, altitudes par classes de 200 m; en ordonnées, coefficient moyen de brachyptérisme de l'ensemble de relevés de chaque classe; la courbe décroît très régulièrement à partir de 1 500 m (résultat obtenu sur les Acridiens, *Tetrigidæ* exceptés).

hautes régions de diverses espèces brachyptères à un haut degré, comme les *Podisma* au sens large, mais aussi à d'autres dont le brachyptérisme est moins prononcé comme *Euthystira brachyptera*.

Conclusion.

La tendance générale au brachyptérisme des populations d'Orthoptères de haute montagne est donc maintenant démontrée de façon absolument certaine en se fondant sur des données statistiques qui n'étaient acceptables qu'à la condition d'utiliser un très grand nombre d'échantillons; cette condition était réalisée ici de façon très suffisante.

Le fait qu'il existe de nombreuses espèces de montagne brachyptères ne suffisait pas à démontrer que l'ensemble des populations présentait ce caractère; il existe en effet en plaine des espèces brachyptères au moins aussi nombreuses, et de nombreuses espèces à ailes normales montent très haut en altitude. Cependant, cette idée intuitive est pleinement vérifiée par les données statistiques et on peut maintenant chercher les causes d'un tel phénomène sans risquer en fin de compte de s'apercevoir que son existence même était illusoire.

Ces causes ne sont d'ailleurs pas du cadre de cette étude; on peut toutefois dire en passant qu'il est probablement vain d'y voir une adaptation spéciale aux conditions de la haute montagne qui défavoriserait les Orthoptères bons voiliers; y voir une conséquence purement physiologique de la rapidité du développement — obligatoire dans des lieux où la belle saison est très brève — doit être beaucoup plus proche de la réalité.

LES FORMES MACROPTÈRES

De nombreuses espèces montagnardes sont normalement brachyptères; toutefois, on en trouve, d'habitude très exceptionnellement, des individus macroptères, aux organes de vol plus ou moins développés, souvent aussi bien que chez les espèces et les genres voisins aux élytres et aux ailes fonctionnelles ou, sinon fonctionnelles, de longueur normale.

C'est le cas de certains Ensifères, surtout des *Metrioptera*, tous normalement brachyptères au contraire des *Platycleis* voisins : *Metrioptera brachyptera marginata*, *Metrioptera bicolor sieboldi*, *Metrioptera ræseli diluta*; et aussi d'Acridiens comme beaucoup de *Tetrix*, des *Podisma* (*Podisma alpina*, *Podisma pedestris*) et des espèces appartenant à des genres très divers : *Chrysochraon dispar platypterus*, *Euthystira brachyptera homoptera*, *Chorthippus longicornis*.

Il convient de mettre à part les Grillons, où des variétés macroptères se manifestent parfois, souvent en rapport avec la répartition géographique; le déterminisme de ces formes, étudié récemment par SELLIER (1954), est assez complexe et semble différent des autres Ensifères. Aucune de ces variétés n'a été rencontrée dans les nombreux relevés faits dans les Alpes.

Le cas des *Tetrix* est aussi assez différent, surtout semble-t-il en ce qui concerne la fréquence des formes macroptères, beaucoup plus grande que dans les autres groupes; il ne s'agit pas de formes exceptionnelles, mais d'un polymorphisme de l'espèce, lié d'ailleurs très souvent au développement plus ou moins marqué du pronotum.

Par contre, il semble bien que l'on puisse rassembler dans le même groupe plusieurs espèces, Ensifères et Acridiens, pour lesquelles la forme brachyptère est la règle générale, la forme macroptère une rare exception. Aucune de ces formes n'a été trouvée chez des *Podisma* — elles n'étaient d'ailleurs pas connues en France auparavant — ni chez *Chrysochraon dispar*. En revanche, dans les 300 relevés des Alpes, quatre de ces formes macroptères ont été capturées : celles de

deux *Metrioptera*, *M. bicolor* et *M. ræseli*, et de deux Acridiens, *Euthystira brachyptera* et *Chorthippus longicornis*.

Metrioptera bicolor est, au contraire des trois autres, une espèce plutôt mésophile; sur 50 captures, 3 appartenaient à la forme macroptère *sieboldi*; la proportion de celle-ci est donc importante : plus de 5 %. Sur ces 3 échantillons, un provenait du Sud du Massif du Pelvoux, les deux autres du même relevé 515, dans le Chablais. Cette forme avait déjà été trouvée en plusieurs points de France.

Metrioptera ræseli est, comme les deux suivantes, une espèce *hygrophile*; sur une centaine d'échantillons recueillis, un seul était macroptère, appartenant à la forme *diluta*, et provenait d'un relevé des Bauges; on peut donc penser que l'ordre de grandeur de sa fréquence est de 1 %. Un autre exemplaire de cette forme a été trouvé, en dehors des relevés, dans la vallée de Chamonix, près de 506. *Metrioptera ræseli diluta* était déjà connue d'un assez grand nombre de localités françaises.

Sur 529 échantillons recueillis d'*Euthystira brachyptera*, 6 appartenaient à la forme *homoptera* connue seulement en France jusqu'ici par un individu de la Grande-Chartreuse. Ces 6 exemplaires proviennent de 5 relevés du Chablais, du massif du Mont Blanc et des Bauges dont l'un contenait déjà le *Metrioptera ræseli* macroptère. Ici encore, mais avec plus de sécurité, on peut avancer la valeur de 1 % comme proportion de la forme *homoptera*.

Chorthippus longicornis est l'une des espèces les plus courantes dans les Alpes : il en a été recueilli plus de 3 000 exemplaires sur 20 000 Orthoptères. Cependant, une seule femelle macroptère — le mâle a des élytres de longueur à peu près normale — se trouvait parmi eux, provenant d'un relevé de la Grande-Chartreuse. La proportion de la forme macroptère, déjà connue de plusieurs localités françaises, ne semble donc que de l'ordre de 0,03 %, bien inférieure à celle des espèces précédentes.

Il est à remarquer que sur les 12 échantillons recueillis de ces formes macroptères appartenant à 4 espèces différentes, tous sans exception étaient des femelles; il semble donc bien que chez le mâle, cette anomalie soit beaucoup plus rare encore; pourtant, elle a déjà été signalée par divers auteurs chez ces espèces et existe donc.

En examinant tous les relevés qui ont fourni des individus macroptères de ces 4 espèces, on est frappé par leur origine : sauf l'un d'eux venant du Sud du Pelvoux, tous les autres proviennent du massif du Mont Blanc, du Chablais, des Bauges ou de la Grande-Chartreuse, c'est-à-dire des régions les plus humides et les plus froides des Alpes françaises. On ne peut manquer de rapprocher ce fait de la remarque de RAMME (1931) qui avait recueilli de nombreux individus de *Metrioptera ræseli diluta* près de Falkensee, dans une localité particulièrement froide et humide; ces conditions favoriseraient donc l'apparition de la forme macroptère non seulement dans cette espèce mais dans

plusieurs autres, et cela pourrait être une circonstance assez générale. BACCETTI (1958) a trouvé en Italie ensemble des formes macroptères de *Chorthippus longicornis*, *Chorthippus dorsatus* et *Euchorthippus declivus*; il en conclut avec beaucoup de vraisemblance que leur apparition est liée aux conditions du milieu.

Pour essayer de vérifier cette hypothèse, il est intéressant d'examiner la proportion de relevés contenant ces formes macroptères en fonction de l'indice d'aridité du mois de juillet, qui donnera une bonne estimation de l'humidité de la région. On formera ainsi le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS	NOMBRE DE RELEVÉS A FORMES MACROPTÈRES	PROPORTION DE RELEVÉS A FORMES MACROPTÈRES
Entre 10 et 20.....	39	0	0
20 et 30.....	117	1	0,008
30 et 40.....	20	1	0,050
40 et 50.....	80	5 (1)	0,062
50 et 60.....	39	3 (2)	0,077

Il ne fait pas de doute que les formes macroptères sont présentes presque uniquement pour les indices d'aridité supérieurs à 30, c'est-à-dire les régions humides. Mais, pour pouvoir légitimement tirer parti de cette remarque, il ne faut pas oublier que trois au moins de ces espèces sur quatre sont elles-mêmes très hygrophiles et il n'y a donc pas lieu de s'étonner que les formes macroptères soient abondantes là où l'espèce l'est elle-même. Il est donc nécessaire de faire une comparaison avec les répartitions de ces quatre espèces en fonction de l'indice d'aridité; une manière commode de le faire sera de prendre une moyenne de ces répartitions qui sont les suivantes :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT :				TOTAL
	<i>Metrioptera bicolor</i>	<i>Metrioptera ræseli</i>	<i>Euthystira brachyptera</i>	<i>Chorthippus longicornis</i>	
Entre 10 et 20...	0	0	3	6	9
20 et 30...	14	2	16	39	71
30 et 40...	4	0	3	11	18
40 et 50...	4	15	24	59	102
50 et 60...	1	11	16	38	66

(1) Le relevé 520, contenant à la fois des formes macroptères de *Metrioptera ræseli* et *Euthystira brachyptera*, est compté deux fois;

(2) L'individu isolé de *M. ræseli*, capturé près du relevé 506, lui a été réuni.

La répartition moyenne de ces 4 espèces suivant l'humidité sera donc exprimée par le tableau suivant :

INDICE D'ARIDITÉ DE JUILLET	NOMBRE DE RELEVÉS CONTENANT CES 4 ESPÈCES	NOMBRE TOTAL DE RELEVÉS × 4	PROPORTION DE RELEVÉS CONTENANT CES ESPÈCES
Entre 10 et 20.....	9	156	0,06
20 et 30.....	71	472	0,15
30 et 40.....	18	80	0,22
40 et 50.....	102	320	0,32
50 et 60.....	66	156	0,42

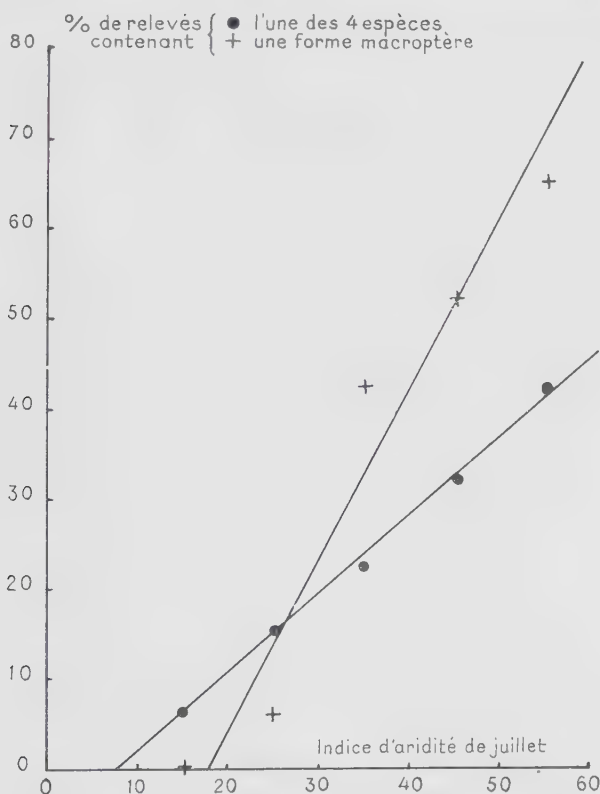


FIG. 200. — Explications dans le texte.

Cette statistique porte sur 66 relevés en moyenne par espèce; celle qui porte sur les formes macroptères, considérées ensemble comme une espèce fictive, ne couvre que 8 relevés; en multipliant par $\frac{66}{8} \approx 8,5$ les proportions des relevés à formes macroptères, on pourra comparer ensemble la forme des deux répartitions; on obtient les 5 valeurs : 0; 0,06; 0,42; 0,52; 0,65.

Portant sur un graphique en abscisses les indices d'aridité, en ordonnées les deux séries de valeurs trouvées, on assimilera les deux courbes obtenues à des droites et la comparaison de leurs pentes indiquera si la proportion d'individus macroptères croît plus vite en fonction de l'humidité que la proportion des espèces correspondantes. La première est extrêmement voisine d'une droite de pente 0,9; les points de la seconde sont disposés de façon plus irrégulière — ce qui n'a rien d'étonnant car elle n'est fondée que sur 10 relevés —, mais on a pu leur faire correspondre approximativement la droite tracée, de pente 2. Par conséquent, lorsque l'humidité augmente, la proportion d'individus macroptères croît environ deux fois plus vite que la proportion des espèces correspondantes et on peut admettre entre les deux phénomènes un rapport de cause à effet (fig. 200).

Ce résultat, bien que fondé sur de petits nombres, donne cependant de très sérieuses présomptions en faveur de l'hypothèse de RAMME et BACCETTI et, sans la tenir pour démontrée, on considérera cependant comme probable le fait que l'humidité et le froid — les deux étant assez fortement liés dans les Alpes — favorisent l'apparition d'individus macroptères dans les espèces normalement brachyptères.

RAMME (1931) avait également constaté sur les sujets macroptères qu'il avait capturés une atrophie marquée des glandes génitales, et ceci est à rapprocher des résultats obtenus expérimentalement par SELIER (1954) sur les Grillons; il n'a malheureusement pas été possible de vérifier ces faits en raison du très petit nombre d'insectes macroptères ramassés, qui ne permet pas de les distinguer immédiatement sur le terrain d'espèces voisines et exige leur détermination ultérieure rigoureuse; leur anatomie interne n'est alors plus étudiable. Il est à souhaiter que plus tard ces résultats soient confirmés sur plusieurs espèces.

COMPOSITION QUANTITATIVE DE LA FAUNE D'ORTHOPTÈRES DES ALPES FRANÇAISES

Il n'est pas inutile de rassembler ici les données recueillies sur l'abondance des différentes espèces d'Orthoptères afin de les comparer entre elles. Par suite du nombre des relevés et de leur répartition très étalée dans toutes les régions des Alpes et aux différentes altitudes, on considérera que les 20 000 individus récoltés représentent un échantillonnage valable de la faune. Il est bien évident que cette manière de voir n'échappe pas aux critiques; mais en pratique, il est difficile de tenir compte de la densité plus ou moins grande des relevés dans certaines régions, ou à certaines altitudes, et on ne considérera ces estimations que comme des ordres de grandeur d'ailleurs certainement assez proches de la vérité.

Le fait que les relevés s'étendent sur une période de neuf étés élimine probablement en grande partie les variations de densité de chaque espèce dues à des saisons plus ou moins favorables. Il faut d'autre part souligner que l'objet même de ce travail autorise à négliger les régions d'altitude inférieure à 700 m qui ne font pas partie à proprement parler du domaine montagnard. Avec ces restrictions, on peut penser que les proportions trouvées ont une valeur indicative certaine.

On se contentera donc d'apprécier la proportion de chaque espèce dans le domaine ainsi défini en faisant le rapport des individus récoltés appartenant à cette espèce au nombre total des Orthoptères recueillis, soit 20 000 à très peu près. Les proportions obtenues, qui ont été citées dans l'étude individuelle des espèces, ont été ici rassemblées en un tableau général; on a groupé certaines espèces dont la séparation était difficile, et certaines espèces appartenant à un même groupe systématique, beaucoup trop rares pour présenter un intérêt individuel. Les différentes espèces ont été groupées dans l'ordre de leur abondance.

ESPÈCES OU GROUPES D'ESPÈCES	%	ESPÈCES OU GROUPES D'ESPÈCES	%
<i>Stauroderus scalaris</i>	16,2	<i>Ædipoda germanica</i>	0,6
<i>Chorthippus longicornis</i>	15,8	<i>Gryllidæ</i> (surtout <i>Nemobius silvestris</i>)	0,6
<i>Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis</i>	11,1	<i>Podisma alpina</i>	0,5
<i>Aeropus sibiricus</i>	7,0	<i>Glyptobothrus saulcyi daimi</i> ..	0,5
<i>Glyptobothrus apricarius</i>	6,8	<i>Chryschaon dispar</i>	0,4
<i>Stenobothrus lineatus</i>	5,4	<i>Ephippiger ephippiger</i>	0,3
<i>Arcyptera fusca</i>	3,2	<i>Ephippiger bormansi</i> et <i>E. restris minor</i>	0,3
<i>Euthystira brachyptera</i>	2,7	<i>Tettigonia cantans</i>	0,3
<i>Podisma pedestris</i>	2,7	<i>Stenobothrus grammicus</i>	0,3
<i>Omocestus hæmorrhoidalis-petraeus</i>	2,7	<i>Gomphocerus rufus</i>	0,2
<i>Decticus verrucivorus</i>	2,2	<i>Aeropedellus variegatus</i>	0,2
<i>Anonconotus alpinus</i>	2,1	<i>Cophopodisma pedemontana</i> ..	0,2
<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	2,0	<i>Metrioptera bicolor</i>	0,2
<i>Omocestus viridulus</i>	1,9	<i>Pholidoptera chabrieri</i>	0,2
<i>Stenobothrus lineatus</i>	1,5	<i>Tettigonia viridissima</i>	0,2
<i>Psophus stridulus</i>	1,3	<i>Tetrix</i> (toutes les espèces)	0,2
<i>Calliptamus italicus</i>	1,2	<i>Metrioptera brachyptera</i>	0,1
<i>Euchorthippus declivus</i>	1,2	<i>Antaxius pedestris</i>	0,1
<i>Chorthippus albomarginatus-dorsatus</i>	1,2	<i>Omocestus ventralis</i>	0,1
<i>Platycleis denticulata</i>	1,1	<i>Stenobothrus fischeri</i>	0,1
<i>Melanoplus frigidus</i>	0,9	<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	0,1
<i>Metrioptera rœseli</i>	0,8	<i>Platycleis tessellata</i>	0,1
<i>Metrioptera saussuriana</i>	0,7	<i>Tettigonioides divers</i>	0,1
<i>Ædipoda cærulescens</i>	0,7		
<i>Mecostethus grossus</i>	0,7		100,0

On peut remarquer tout d'abord que trois espèces seulement : *Stauroderus scalaris*, *Chorthippus longicornis*, *Glyptobothrus-biguttulus-bicolor-mollis*, forment 43,1 % de la population des Alpes; ce sont de beaucoup les trois espèces les plus abondantes, et si les relevés

s'étendaient à plus faible altitude, les deux dernières auraient encore gagné en importance, car elles sont certainement les deux plus communes en France. Sept autres : *Aeropus sibiricus*, *Glyptobothrus apricarius*, *Stenobothrus lineatus*, *Arcyptera fusca*, *Euthystira brachyptera*, *Podisma pedestris*, *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus*, forment ensuite 30,5 % de la population et l'ensemble de ces dix espèces ou groupes d'espèces en composent 73,6 %. Le groupe suivant est formé d'Orthoptères plus rares, mais encore abondants : *Decticus verrucivorus*, *Anonconotus alpinus*, *Myrmeleotettix maculatus*, *Omocestus viridulus*, *Stenobothrus lineatus*, *Psophus stridulus*, *Calliptamus italicus*, *Euchorthippus declivus*, *Chorthippus albomarginatus-dorsatus* forment encore 14,6 % de la population, portant le total de ces espèces communes à 88,2 %. Enfin, tout le reste, soit 11,8 %, est formé d'Orthoptères rares ou très rares, quoique certains soient encore çà et là très abondants localement.

Il faut retenir surtout des faits précédents que, si beaucoup d'espèces sont rares, trois espèces ou groupes d'espèces très voisines forment près de la moitié de la population, et que dix en forment presque les trois quarts. Sur ces dix espèces, six sont propres à la montagne, quatre sont des espèces de plaine suffisamment eurythermes pour monter très haut en altitude. Parmi les autres espèces, certaines sont aussi des espèces de plaine auxquelles le milieu montagnard permet plus ou moins de subsister; d'autres sont des espèces franchement alpines, mais dont les exigences écologiques plus étroites ne permettent pas une très vaste extension; enfin, certaines autres, qui existent à peu près partout, n'y sont jamais abondantes sans qu'on puisse en préciser la raison.

On voit donc que la population d'Orthoptères des Alpes françaises est très hétérogène et que le caractère montagnard d'une espèce ne la rend pas obligatoirement commune. En fait, les causes de l'abondance ou de la rareté d'une espèce nous sont encore tout à fait inconnues, comme le remarquait déjà RUBTZOV (1934) à la fin d'une étude sur la fertilité des Orthoptères de Sibérie.

CLASSIFICATION ÉCOLOGIQUE DES ESPÈCES

1° Les principaux facteurs.

A la lumière de l'étude individuelle de chaque espèce, il est possible d'esquisser une classification écologique des Orthoptères vivant dans les Alpes françaises. Il ne faut pas essayer toutefois de dissimuler à quel point, dans l'état actuel des connaissances, cette étude restera imparfaite; elle devrait normalement se fonder sur l'expérimentation

directe en laboratoire, permettant de préciser l'action des principaux facteurs en les faisant varier à son gré, entreprise malheureusement difficile en raison de la nécessité qu'elle représenterait d'élever toutes les espèces en nombre important et dans des conditions les plus voisines de la réalité qu'il serait possible.

La très importante connaissance des conditions nécessaires à un bon élevage — et ceux-ci sont très difficiles dans les groupes étudiés ici — rendrait les résultats très aléatoires; aussi, l'étude des insectes dans la nature même est une méthode qu'il serait injuste de mésestimer sous prétexte que l'expérimentation n'y est pas possible. Là toutes les conditions de survie des Orthoptères sont réalisées, y compris celles que nous ne soupçonnons pas et dont l'absence risquerait de perturber complètement l'écologie de ces espèces, et ces études permettent au moins la connaissance des principaux facteurs agissants.

Les plus importants de beaucoup, comme on l'a déjà signalé à maintes reprises, sont évidemment l'*humidité* et la *température*. Ces notions, extrêmement précises pour le biologiste de laboratoire, ont des valeurs très différentes lorsqu'il s'agit d'études sur le terrain; en effet, dans nos pays et particulièrement dans les régions montagneuses, humidité et température sont des grandeurs essentiellement variables avec le temps et l'on ne peut que raisonner sur des moyennes statistiques établies par des météorologistes sur un ensemble de plusieurs années. Les variations relatives de ces quantités, la moyenne de leurs maxima ou de leurs minima, peuvent être des facteurs beaucoup plus actifs que leur simple moyenne; mais leur étude systématique serait un travail gigantesque s'il fallait l'appliquer à la biologie de chaque espèce, et il est nécessaire de limiter beaucoup l'emploi de ces notions, du reste très incomplètement connues en un point pris au hasard dans les Alpes, comme l'est un relevé.

L'humidité a donc été étudiée sous la forme de l'indice d'aridité de juillet, comme il l'a déjà exposé; la température, sous forme de moyenne de juillet ramenée au niveau de la mer, d'une part, utile pour comparer des régions très différentes; et sous forme de température moyenne *vraie* de juillet, beaucoup plus proche évidemment des véritables exigences de l'insecte. Il est fort possible que celui-ci soit assez indifférent aux températures nocturnes, d'autant plus basses à mesure que l'altitude s'élève; la plupart des espèces sont en effet inactives la nuit et peuvent alors probablement supporter sans inconvénient des froids assez vifs, pourvu que la température diurne soit assez élevée. Il est difficile d'étudier isolément l'action de la *lumière* qui dans la nature accompagne la chaleur, mais il est très probable qu'elle présente une action spécifique marquée; cette étude serait probablement une des plus faciles à débrouiller au laboratoire où il est possible de réaliser des sources lumineuses tout à fait séparées des sources chaudes. Enfin, l'étude de la nature du sol ne donne dans la nature aucun résultat évident et celle de la végétation est très com-

plexe. *Humidité* et *température* seront donc les seuls facteurs pouvant servir de base à une classification écologique, à laquelle ils peuvent d'ailleurs suffire.

Ces deux facteurs sont pris d'ailleurs avec une valeur très générale, sous la forme d'humidité et de température moyenne *de la région*, et c'est là une précision d'importance capitale. En effet, certaines espèces leur sont assez indifférentes et ne dépendent au contraire pratiquement que des conditions *microclimatiques* dont l'étude est presque impossible pour un grand nombre de relevés. En somme, ce qui est mis en évidence représente surtout les préférences statistiques de chaque espèce.

Cinquante espèces qui se rencontrent sur le territoire des Alpes françaises et forment l'immense majorité de sa population ont été étudiées; celles qui n'ont été trouvées qu'accidentellement ou très rarement — tous les *Tetrix* par exemple — ne peuvent évidemment être prises en considération; certaines toutefois, très rares mais d'habitat très spécial — *Aeropedellus variegatus* —, peuvent au contraire l'être avec une certaine sécurité. Une dizaine d'espèces, accidentelles sur le territoire alpin, appartiennent au domaine méditerranéen; elles ne sont pas étudiées ici car elles sortent du cadre de ce travail, mais il est évident qu'il s'agit d'espèces thermophiles et xérophiles.

Parmi ces 50 espèces, 3 sont en réalité des groupes d'espèces voisines qui n'ont pas été dissociés par suite de diverses difficultés de détermination; ces groupes devront plus tard être étudiés plus en détail, car il serait étonnant que les espèces composantes aient exactement les mêmes exigences; il s'agit de *Glyptobothrus biguttulus-bicolor - mollis*, *Omocestus hæmorrhoidalis - petræus* et *Chorthippus albomarginatus-dorsatus*.

2° Humidité.

De ces 50 espèces ou groupes d'espèces, suivant leur affinité pour des *climats* plus ou moins humides, on peut faire 5 classes : les *hygrophiles* nets, les hygrophiles moins prononcés ou *mésohygrophiles*; les *xérophiles* nets, les xérophiles moins prononcés ou *mésoxérophiles*; et les *indifférents*. Ces groupes sont d'effectif très inégal; voici leur composition :

HYGROPHILES (10 espèces)	<i>Tettigonia cantans.</i> <i>Pholidoptera griseoptera.</i> <i>Metrioptera saussuriana.</i> — <i>ræseli.</i> <i>Melanoplus frigidus.</i> <i>Podisma alpina.</i> <i>Chrysochraon dispar.</i> <i>Euthystira brachyptera.</i> <i>Chorthippus longicornis.</i> <i>Gomphocerus rufus.</i>
MÉSOMYHROPHILES (4 espèces)	<i>Decticus verrucivorus.</i> <i>Omocestus viridulus.</i> <i>Aeropus sibiricus.</i> <i>Arcyptera fusca.</i>
INDIFFÉRENTES (8 espèces)	<i>Tettigonia viridissima.</i> <i>Metrioptera bicolor.</i> <i>Gryllus campestris.</i> <i>Nemobius silvestris.</i> <i>Mecostethus grossus.</i> <i>Stenobothrus lineatus.</i> <i>Omocestus ventralis.</i> <i>Chorthippus albomarginatus-dorsatus.</i>
MÉSOMYHROPHILES (2 espèces)	<i>Metrioptera brachyptera.</i> <i>Stauroderus scalaris.</i>
XÉROPHILES (26 espèces)	<i>Antaxius pedestris.</i> <i>Anonconotus alpinus.</i> <i>Pholidoptera chabrieri.</i> <i>Platycleis denticulata.</i> — <i>tessellata.</i> <i>Ephippiger ephippiger.</i> — <i>bormansi.</i> — <i>terrestris minor.</i> <i>Ecanthus pellucens.</i> <i>Podisma pedestris.</i> <i>Cophopodisma pedemontana.</i> <i>Calliptamus italicus.</i> <i>Psophus stridulus.</i> <i>Ædipoda cærulescens.</i> — <i>germanica.</i> <i>Stenobothrus nigromaculatus.</i> — <i>grammicus.</i> — <i>fischeri.</i> <i>Crotalacris rubicundus.</i> <i>Omocestus hæmorrhoidalis-petræus.</i> <i>Glyptobothrus apricarius.</i> — <i>saulcyi daimeï.</i> — <i>biguttulus-bicolor-mollis.</i> <i>Euchortippus declivus.</i> <i>Myrmeleotettix maculatus.</i> <i>Aeropedellus variegatus.</i>

D'une façon générale, on peut dire que plus ces espèces sont fréquentes, plus il est facile et sûr de les classer dans ces différentes catégories. Il faut remarquer aussi que seuls ont été pris en considération les renseignements obtenus par nos propres recherches dans les Alpes françaises; et il est parfaitement possible que d'autres races géographiques, répandues ailleurs, des mêmes espèces puissent avoir une écologie différente; la chose est cependant peu vraisemblable et les recoupements effectués grâce à d'autres renseignements tendent plutôt à confirmer ces résultats. Malheureusement, il ne semble pas qu'un

travail du même ordre ait été fait dans une région différente, tendant à assigner des limites plus ou moins précises aux espèces en fonction de l'indice d'aridité ou de tout autre facteur permettant d'apprécier exactement l'humidité du climat; des comparaisons de cet ordre pourraient cependant s'avérer très fructueuses.

Il est très important de remarquer que cette dépendance par rapport du climat régional n'est bien nette que pour des espèces relativement indépendantes du microclimat, ce qui est d'ailleurs, par bonheur, de beaucoup le cas le plus général. Une étude très exacte des conditions microclimatiques est en effet impossible dans un travail de ce genre, couvrant de très nombreux points d'étude sur une partie importante du territoire français; on en est réduit à apprécier très grossièrement les microclimats et il est heureux que leur effet ne se manifeste que sur un petit nombre d'espèces.

Cependant, il est impossible de ne pas remarquer, dans l'ensemble d'une même région, l'affinité plus ou moins prononcée de certaines espèces pour des milieux plus ou moins humides; on a cité plusieurs fois déjà le *complexe xérophile* (et thermophile) composé surtout des *Ædipodina*, des *Calliptamus* et d'autres dont les caractères sont moins marqués; mais il se trouve que l'affinité microclimatique n'est ici qu'un reflet de leur répartition générale: il s'agit là d'insectes plus abondants à mesure qu'on va vers le Sud, dans les régions plus sèches, et la tendance xérophile de ces espèces est indiscutable.

Un cas tout à fait analogue est celui de *Metrioptera ræseli* et, dans une moindre mesure, *Chorthippus longicornis*; ces deux Orthoptères recherchent en effet les milieux humides — marécages, prairies arrosées —, surtout le premier; mais ce fait se traduit aussi par une différence très marquée de répartition géographique, car ils sont d'autant plus fréquents et abondants que le climat régional est plus humide.

Par contre, certaines espèces sont à peu près indifférentes — au moins dans le cadre restreint du territoire français — au climat régional, mais inféodées à un milieu très précis; le cas de beaucoup le plus net est *Mecostethus grossus* qui se trouve un peu partout dans les Alpes et même en France, à des altitudes très variées et dans des conditions de climat presque opposées, pourvu qu'il fréquente une prairie très humide, marécageuse et même parcourue par des filets d'eau, formation à *Carex*, *Eriophoron*, *Juncus*, etc. Dans ce cas, le microclimat est seul en cause, et son influence masque totalement celle du climat régional. Un cas analogue est celui de *Chorthippus albomarginatus-dorsatus* dont l'affinité pour l'eau est toutefois moins prononcée. De telles répartitions ne peuvent évidemment se présenter que dans le cas de la nécessité de milieux fort tranchés, pouvant masquer l'action du climat général; et elles sont bien plus marquantes vis-à-vis de l'humidité que de la sécheresse.

Il ne faut avoir garde d'oublier que ces mots: xérophile, hygrophile,

ne sont valables d'autre part que par rapport au climat général de la France; un insecte, xérophile en France et transporté dans une région très sèche, s'y fixerait dans un milieu qui pourrait être assez humide, vis-à-vis du climat régional; des exemples pourraient certainement en être cités parmi les espèces de large extension climatique.

3° *Température.*

Plus difficile encore sur le terrain est l'étude des préférences des espèces vis-à-vis de la température; le facteur le plus important qui a été utilisé pour cette étude est la *température moyenne vraie de juillet*; ce mois est celui où la plupart des espèces de montagne arrivent à leurs derniers stades larvaires ou à l'état adulte. Il ne faut pas chercher à dissimuler ce que ce choix a d'arbitraire; les mois de juin, d'août, de septembre, la moyenne de deux d'entre eux, de trois ou de tous expliqueraient peut-être mieux la répartition de telle ou telle espèce; il est toutefois plus commode de s'en tenir au même facteur pour tous les Orthoptères étudiés en l'absence de connaissances plus précises; de plus, il existe d'excellentes cartes toutes faites, assez détaillées, pour l'indice d'aridité et les moyennes de température de juillet, ce qui n'est pas à négliger. Toutes les valeurs considérées par la suite concernent donc ce facteur, jugé comme un des plus appropriés à donner une bonne idée, au moins approximative, du comportement des insectes vis-à-vis de la température.

L'action de la température du lieu de capture a été étudiée pour chacune des espèces présentes dans les Alpes sous un effectif d'une certaine importance. On a entre autres choses étudié la densité de chaque espèce en fonction de l'altitude, ce qui permet, en faisant intervenir les caractéristiques du climat régional, de préciser les limites de température vraie entre lesquelles on la rencontre et un optimum, situé dans cet intervalle, soit au milieu de celui-ci, soit plus près d'une des deux limites. Cette étude, possible pour les espèces présentes seulement dans le milieu montagnard, ne l'est plus pour les espèces de plaine qui pénètrent en altitude; on ne peut alors généralement définir qu'une limite inférieure de température, la limite supérieure et même le plus souvent l'optimum se plaçant en dehors d'investigations restreintes aux Alpes françaises.

L'étude de la *limite supérieure de température* permet de faire dans l'ensemble des différentes espèces le départ entre celles qui sont proprement montagnardes et celles qui ne le sont pas; en les classant par limites supérieures de température croissantes, on obtient le tableau suivant, au moins approximativement; ces limites sont définies souvent de façon précise, à moins de 1° près, mais quelquefois de façon plus vague.

- 8° *Aeropedellus variegatus*.
- 11° *Cophopodisma pedemontana*.
- 12° *Melanoplus frigidus*.
- 15° *Aeropus sibiricus*.
- 16° *Crotalacris rubicundus*.
- 17° *Metrioptera saussuriana*, *Anonconotus alpinus*, *Ephippiger bormansi*, *E. terrestris minor*, *Euthystira brachyptera*, *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus*, *Stauroderus scalaris*, *Arcyptera fusca*.
- 18° *Podisma pedestris*, *Tettigonia cantans*, *Metrioptera bicolor*, *Psophus stridulus*.
- 19° *Metrioptera brachyptera*, *Stenobothrus nigromaculatus*, *Glyptobothrus apricarius*.
- 20° *Pholidoptera griseoaptera*, *Mecostethus grossus*, *Chrysochraon dispar*, *Stenobothrus grammicus*, *St. fischeri*, *Chorthippus longicornis*, *Euchorthippus declivus*, *Gomphocerus rufus*.
- 21° *Myrmeleotettix maculatus*.
- 23° *Decticus verrucivorus*, *Antaxius pedestris*, *Omoscestus viridulus*.
- 24° *Metrioptera ræseli*, *Ephippiger ephippiger*.
- 25° et au-delà : toutes les espèces non citées.

Ce n'est pas à partir du début de cette liste jusqu'à une limite bien tranchée — qui correspondrait à la température de la plaine française au voisinage des Alpes — que l'on peut déclarer toutes les espèces proprement montagnardes et celles-ci seulement; la réalité est moins schématique.

On peut dire d'abord que tous les Orthoptères qui ne supportent pas une température moyenne de juillet supérieure à 18° — ce qui correspond à peu près par exemple au climat de Paris — sont strictement cantonnés à la montagne; il faut faire une exception pour *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus* dont le cas est très obscur, comme on l'a déjà montré au chapitre le concernant spécialement, et appellerait probablement une révision systématique qui permettrait peut-être de mettre en évidence dans ce complexe une espèce strictement montagnarde; une seconde exception est *Metrioptera bicolor* dont le cas s'explique de lui-même, car il se trouve bien en plaine, mais seulement dans la France septentrionale et plus au Nord en Europe, où la température s'abaisse. Et si on peut citer des captures en plaine d'*Arcyptera fusca* et de *Psophus stridulus*, elles sont exceptionnelles.

A partir de 19°, on ne rencontre plus que des espèces de plaine auxquelles une certaine eurythermie permet de fréquenter les milieux d'altitude. Une exception intéressante est celle de *Stenobothrus grammicus* et *Stenobothrus fischeri*; la xérophilie très forte de ces deux espèces les confine aux parties les plus méridionales de la France — et à plus forte raison des Alpes — où la température moyenne élevée les repousse à une certaine altitude, d'ailleurs jamais bien grande; s'il s'agit bien d'espèces plutôt montagnardes, c'est parce qu'elles ne peuvent habiter que les Alpes du Sud. Beaucoup moins clair malheureusement est le cas de *Glyptobothrus apricarius* qui descend aussi assez bas dans les Alpes du Sud, mais sa xérophilie certaine jointe à la variation de son degré de sténothermie en fonction de l'humidité montre qu'il pourrait peut-être s'agir d'une espèce analogue et dont l'histoire de la répartition pourrait être fort compliquée.

L'étude de cette limite supérieure de température permet donc, à

partir de 18°, une bonne distinction des deux grands groupes écologiques d'Orthoptères, si l'on tient compte de trois exceptions facilement explicables et de deux qui le sont moins; les problèmes soulevés par ces deux espèces sont ainsi mis clairement en évidence.

L'étude de la *limite inférieure de température* permet de classer les espèces d'après leur ordre de disparition à mesure que l'on s'élève, en comparant ainsi des Orthoptères qui ne se rencontrent pas ensemble. Le classement suivant la croissance des limites inférieures de température est figuré par le tableau ci-dessous :

- 6° *Aeropedellus variegatus*, *Melanoplus frigidus*.
- 7° *Aeropus sibiricus*, *Cophodisma pedemontana*.
- 8° *Decticus verrucivorus*, *Anonconotus alpinus*, *Metrioptera saussuriana*, *Podisma alpina*, *Podisma pedestris*, *Omocestus viridulus*, *Glyptobothrus apricarius*, *Chorthippus longicornis*, *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*.
- 9° *Metrioptera brachyptera*, *Euthystira brachyptera*, *Stenobothrus lineatus*, *St. nigromaculatus*, *Crotalacris rubicundus*, *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus*, *Myrmeleotettix maculatus*, *Arcyptera fusca*.
- 10° *Psophus stridulus*, *Mecostethus grossus*, *Stauroderus scalaris*.
- 11° *Antaxius pedestris*, *Platycleis denticulata*, *Ephippiger bormansi*, *E. terrestris minor*, *Ædipoda cærulescens*, *Euchortippus declivus*.
- 12° *Tettigonia viridissima*, *T. cantans*, *Pholidoptera griseoptera*, *Metrioptera bicolor*, *Calliptamus italicus*, *Ædipoda germanica*, *Chrysochraon dispar*, *Omocestus ventralis*, *Glyptobothrus saulcyi daimeii*, *Gomphocerus rufus*.
- 13° *Platycleis tessellata*, *Metrioptera ræseli*, *Ephippiger ephippiger*, *Chorthippus albomarginatus-dorsatus*.
- 14° *Pholidoptera chabrieri*, *Stenobothrus fischeri*.
- 15° *Gryllus campestris*, *Nemobius silvestris*, *Stenobothrus grammicus*.

Les Orthoptères dont la limite inférieure de température est supérieure à 15° ne peuvent guère être considérés comme faisant partie de la faune de montagne; ils n'y pénètrent que dans les parties les moins élevées, dans les basses vallées, au-dessous de 1 000 m dans les Alpes du Nord; dans les Alpes du Sud, on trouve alors les espèces de la faune méditerranéenne qui montent plus ou moins mais sortent du cadre de cette étude.

Ce tableau permet de voir que dans les hautes régions, on ne trouve que des espèces proprement alpines; lorsqu'on descend, on voit peu à peu apparaître, à côté d'autres montagnardes strictes, sténothermes, des espèces de plaine, très eurythermes, dont les moins frileuses sont *Chorthippus longicornis*, *Omocestus viridulus* et *Decticus verrucivorus*; on passe peu à peu au domaine simplement montagnard avec un certain nombre d'espèces spéciales, de moyenne altitude, auxquelles se mêlent en nombre croissant les eurythermes de plaine. On remarquera au passage que *Tettigonia viridissima* et *T. cantans* ont la même limite inférieure de température; mais la première, eurytherme, peuple largement la plaine alors que la seconde, sténotherme, est confinée en montagne.

Lorsque l'*optimum de température* de chaque espèce peut être déterminé d'après les relevés des Alpes — ce qui implique qu'il ne s'agisse pas d'espèces trop thermophiles —, leur comparaison permet de les classer de manière assez satisfaisante par ordre de thermo-

philie croissante; et c'est cette classification qui traduit peut-être le mieux ce que l'on observe dans la nature où l'on est surtout frappé par les espèces dominantes en chaque point. Ceci peut être traduit par le tableau suivant :

- 7° *Aeropedellus variegatus*.
- 8° *Melanoplus frigidus*.
- 9° *Cophopodisma pedemontana*.
- 10° *Anonconotus alpinus*, *Crotalacris rubicundus*.
- 11° *Aeropus sibiricus*, *Podisma alpina*.
- 12° *Myrmeleotettix maculatus*, *Metrioptera brachyptera*.
- 13° *Metrioptera saussuriana*, *Podisma pedestris*, *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus*,
Glyptobothrus apricarius, *Glyptobothrus saulcyi daimeï*, *Arcyptera fusca*.
- 14° *Ephippiger bormansi*, *Psophus stridulus*, *Stauroderus scalaris*, *Stenobothrus nigromaculatus*.
- 15° *Tettigonia cantans*, *Ephippiger terrestris minor*, *Euthystira brachyptera*.
- 16° *Metrioptera bicolor*, *Stenobothrus fischeri*, *Chorthippus longicornis*.
- 17° *Stenobothrus grammicus*, *Euchorthippus declivus*.

Ce tableau fait ressortir très clairement l'étagement des faunes : de 7 à 11°, c'est le domaine des espèces de haute montagne, descendant rarement très bas — sauf *Podisma alpina* dans les régions les plus froides des Alpes; de 12 à 15° se groupent les espèces propres à la moyenne montagne; certaines descendent aussi dans la plaine du Nord de la France : *Metrioptera brachyptera*. On a déjà parlé du cas très obscur d'*Omocestus hæmorrhoidalis-petræus* qui se comporte dans les Alpes comme un groupement inféodé aux altitudes déjà assez élevées; *Myrmeleotettix maculatus* est assez commun en plaine, mais semble préférer la haute montagne; *Stenobothrus nigromaculatus*, plus aberrant, présente des caractères analogues. A partir de 16°, il s'agit uniquement d'espèces de plaine remontant plus ou moins vers les altitudes élevées, si l'on en excepte les *Stenobothrus grammicus* et *fischeri* que leur xérophilie confine aux montagnes du Midi de la France.

Un aspect important pour donner, à la répartition des espèces leur physionomie particulière est l'eurythermie ou la sténothermie. Cette notion, définie pour chaque Orthoptère grâce à des études sur le terrain, l'est évidemment de façon moins nette que par des études en laboratoire : les limites de température des espèces ne sont déterminées qu'approximativement, sans qu'on puisse faire la part de l'accidentel. Sa signification est aussi très différente : en laboratoire, on mesure en fait la sténothermie par rapport au microclimat, alors que dans la nature on évalue une sténothermie du macroclimat, beaucoup plus étroite : les limites de température moyenne — ici du mois de juillet — entre lesquelles l'insecte peut accomplir dans de suffisamment bonnes conditions son cycle complet. Les notions beaucoup plus vagues de sténothermie et d'eurythermie par rapport au macroclimat ou une fraction de celui-ci — on pourrait aussi les définir uniquement par rapport aux moyennes des heures d'activité des Orthoptères, en supposant que les températures basses de la nuit

ne sont pas léthales — permettent toutefois de rapporter beaucoup plus étroitement les dépendances de l'insecte à son milieu réel. Dans le tableau suivant, les espèces ont été groupées par ordre d'eurythermie croissante.

INTERVALLE DE TEMPÉRATURE	ESPÈCES
4° ou moins.	<i>Aeropedellus variegatus</i> , <i>Cophopodisma pedemontana</i> .
5°	<i>Stenobothrus grammicus</i> , <i>Glyptobothrus saulcyi daimei</i> .
6°	<i>Tettigonia cantans</i> , <i>Metrioptera bicolor</i> , <i>Ephippiger bormansi</i> , <i>E. terrestris minor</i> , <i>Melanoplus frigidus</i> , <i>Stenobothrus fischeri</i> .
7°	<i>Crotalacris rubicundus</i> , <i>Stauroderus scalaris</i> , <i>Aeropus sibiricus</i> .
8°	<i>Pholidoptera chabrieri</i> , <i>Ph. griseoptera</i> , <i>Psophus stridulus</i> , <i>Chrysochraon dispar</i> , <i>Euthystira brachyptera</i> , <i>Omocestus hæmorrhoidalis-petræus</i> , <i>Gomphoceris rufus</i> , <i>Arcyptera fusca</i> .
9°	<i>Metrioptera saussuriana</i> , <i>Anonconotus alpinus</i> , <i>Euchortippus declivus</i> .
10°	<i>Metrioptera brachyptera</i> , <i>Podisma pedestris</i> , <i>Mecostethus grossus</i> , <i>Stenobothrus nigromaculatus</i> .
11°	<i>Metrioptera ræseli</i> , <i>Ephippiger ephippiger</i> , <i>Podisma alpina</i> , <i>Glyptobothrus apricarius</i> .
12°	<i>Chorthippus longicornis</i> , <i>Myrmeleotettix maculatus</i> .
15°	<i>Decticus verrucivorus</i> , <i>Omocestus viridulus</i> .

Enfin, un certain nombre d'espèces dont il est impossible grâce aux éléments dont on dispose d'évaluer la limite supérieure de température ont certainement un intervalle d'existence certainement supérieur à 12° et probablement à 15° : *Tettigonia viridissima*, *Antaxius pedestris*, *Platycleis denticulata*, *Pl. tessellata*, *Gryllus campestris*, *Nemobius silvestris*, *Æcanthus pellucens*, *Calliptamus italicus*, *Ædipoda cærulescens*, *Æ. germanica*, *Stenobothrus lineatus*, *Omocestus ventralis*, *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, *Chorthippus albomarginatus - dorsatus*. Toutes ces dernières espèces, dont certaines remontent assez haut en montagne bien qu'habitant normalement la plaine, sont des *eurythermes* typiques, ainsi que ceux de la dernière ligne du tableau.

Les *sténothermes* typiques — intervalle de 4 à 7° — se classent en plusieurs groupes d'après la valeur de leur optimum de température :

— optimum froid : insectes de haute montagne : *Aeropedellus variegatus*, *Cophopodisma pedemontana*, *Melanoplus frigidus*, *Crotalacris rubicundus*, *Aeropus sibiricus*;

— optimum moyen : insectes de moyenne montagne : *Stauroderus scalaris*, *Glyptobothrus saulcyi daimei*;

— optimum assez chaud : insectes dont l'habitat dépend de l'affinité pour l'humidité;

— xérophiles : insectes de moyenne montagne des Alpes du Sud : *Ephippiger bormansi*, *E. terrestris minor*, *Stenobothrus grammicus*, *St. fischeri*;

— hygrophiles : insectes de moyenne montagne des Alpes du Nord, pouvant même déborder sur les plaines septentrionales françaises suivant leur thermophilie : *Tettigonia cantans*, *Metrioptera bicolor*.

Avec un intervalle de température de 8 à 12°, on trouve un certain nombre d'espèces d'*eurythermie moyenne* dont l'habitat dépend de la thermophilie plus ou moins grande. Toutes fréquentent plus ou moins la moyenne montagne, mais les plus thermophiles sont des espèces de plaine; celles qui préfèrent une température plus basse sont strictement montagnardes. Ici encore, la xérophilie intervient, cantonnant par exemple *Pholidoptera chabrieri* dans l'extrême Sud des Alpes dont la température plus chaude fait de cette espèce pas très thermophile un Orthoptère quelque peu montagnard.

On voit ainsi à quel point l'action de la température peut être variée dans ses effets; chacun des points de vue auquel on la considère précise un caractère écologique différent, et une analyse plus fine des multiples facteurs thermiques qui n'ont pu être pris en considération ici révélerait certainement de nouvelles limitations pour l'aire de répartition des espèces.

4° *Lumière - Sol.*

Il est difficile, comme on l'a déjà indiqué, de séparer l'action de la lumière de celle de la température, tout au moins par les seules observations faites dans la nature. On peut cependant constater très grossièrement la prédilection pour la lumière de certaines espèces du groupe xérophile-thermophile : *Calliptamus italicus*, les *Ædipodinæ*, alors que d'autres recherchent les terrains ombragés : *Pholidoptera griseoaptera*; mais ceci n'est peut-être qu'une conséquence de l'hygrophilie de cette espèce, de même que pour *Gomphocerus rufus*. Il est d'ailleurs à remarquer qu'en France, l'action de la lumière ne peut jouer que sur la distribution des espèces à petite échelle et non pas sur la répartition géographique.

Il est très difficile de mettre en évidence l'action du sol; presque partout, les Orthoptères trouvent facilement des terrains assez meubles pour pondre leurs œufs, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'on pourrait trouver là un facteur limitant. La nature du sol n'est pas toutefois un facteur absolument négligeable et on a déjà vu, à propos des *Ædipodinæ*, à quel point les calcaires, très fréquents dans les Alpes du Sud, sont des points de concentration de ces insectes à cause de leur couleur blanche et de leur pouvoir réflecteur élevé. Mais il n'y a rien là de comparable à l'humidité et à la température.

5° *Végétation.*

Comme l'ont déjà remarqué bien des auteurs, il est fort rare que les espèces d'Orthoptères soient tributaires de plantes bien déterminées, car elles sont généralement très polyphages; la ponte qui

s'effectue dans des végétaux pour divers de ces insectes n'impose pas non plus à ceux-ci d'importantes exigences. Rien de tel n'a été en tout cas remarqué au cours de ces recherches, sauf pour *Nemobius silvestris*, attiré par les Chênes dont il mange volontiers les feuilles sèches.

Bien plus importante est l'influence de la *forme* de la végétation. La plupart des Orthoptères — pratiquement tous les Acridiens en particulier — fréquentent les prairies et se déplacent à terre ou entre les touffes d'herbe sans chercher à s'élever. Ce n'est que pour certains *Podisma* — *P. pedestris* et dans une moindre mesure *P. alpina* — que l'on peut constater, surtout par temps froid ou couvert, une certaine attraction pour les buissons de *Vaccinium*, *Rhododendron*, *Juniperus*, très abondants à l'altitude et dans les régions fréquentées par ces insectes, surtout dans les Alpes septentrionales ; ils leur servent principalement de lieu de refuge par leur port et leur épaisseur, mais ils ne semblent pas subir de discrimination suivant les espèces végétales auxquelles ils appartiennent.

Par contre, beaucoup d'espèces d'Ensifères, influencés probablement par un géotactisme négatif plus ou moins prononcé, se tiennent surtout dans les arbres, les arbustes, les buissons ou même simplement les hautes herbes ; leur capture est généralement plus difficile que celle des espèces géophiles et c'est surtout leur chant qui permet de les déceler. Elles interviennent dans les relevés, mais toujours en beaucoup moins grand nombre et ne forment effectivement qu'une fraction minime de la population à côté de la masse des terricoles. Il est certain que des espèces auraient pu être capturées en plus grand nombre ; cependant, la proportion qui en a été trouvée ne doit pas s'éloigner beaucoup de la réalité, car ces espèces sont presque toutes rares en montagne.

Au premier rang de celles-ci par leur fréquence sont les *Tettigonia* : *T. viridissima* et *T. cantans* ; puis *Antaxius pedestris* qui fréquente beaucoup les buissons mais que l'on rencontre aussi à terre. Les autres espèces phytophiles sont beaucoup plus rares ou même exceptionnelles en altitude et n'ont été rencontrées qu'un très petit nombre de fois : *Leptophyes punctatissima*, *Barbilistes serricauda*, *Meconema thalassina*, *Pholidoptera chabrieri*, *Æcanthus pellucens*.

Si la végétation joue donc, comme on le voit, un certain rôle, surtout par le port des espèces qui la composent, elle n'a probablement d'action que sur la répartition des Orthoptères dans les diverses strates de la végétation et à un échelon très local, et son influence doit être nulle ou presque sur la répartition géographique.

Conclusion.

Il est possible de résumer approximativement l'ensemble de ces données sous forme d'un vaste graphique où trouvent place toutes les espèces dont on a pu étudier suffisamment l'écologie pour pouvoir en préciser les principaux traits — c'est-à-dire les 50 espèces ou groupes d'espèces déjà mentionnées, les autres étant trop rares dans les relevés pour pouvoir donner assez de renseignements (fig. 201).

L'ensemble de ces espèces a d'abord été divisé en 5 parties suivant leur hygrophilie ou leur xérophilie — définies naturellement par rapport au macroclimat, comme on l'a déjà exposé. Pour chacun de ces 5 groupes, le domaine d'existence de chaque espèce a été évalué par rapport à la température moyenne vraie de juillet et porté sur une échelle représentant ces températures; on y a repéré, lorsque c'était possible, les deux limites de température entre lesquelles l'espèce existe, et son optimum; toutes ces données ne sont malheureusement pas toujours connues, surtout pour les espèces de plaine; mais les espèces propres à la montagne ont par contre leur domaine d'existence fixé de manière assez satisfaisante, avec les approximations inévitables que comportent de telles évaluations.

Dans chaque groupe, les espèces ont été classées par ordre de thermophilie croissante; cette notion, assez vague, a été définie principalement à partir de l'optimum de température, quand il était connu; quand il n'avait pu être déterminé — ce qui veut pratiquement dire qu'il était trop élevé pour pouvoir être étudié à l'aide de relevés faits en montagne —, on a utilisé la limite inférieure de température de l'espèce, ce qui revient en fait à opérer un classement par ordre décroissant des altitudes atteintes. L'eurythermie ou la sténothermie n'intervient pas dans la classification, mais son degré est immédiatement mis en évidence par la longueur de la ligne qui représente le domaine d'existence de l'insecte sur l'échelle des températures.

Il ne faut évidemment attacher à cette classification qu'une valeur approximative, et des travaux complémentaires, poursuivis par exemple dans les régions de basse altitude les plus voisines de la chaîne des Alpes, lui apporteraient certainement des modifications notables. On ne s'étonnera pas par exemple de voir *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus* présenté comme propre à la montagne; le cas de ce groupe d'espèces a déjà été discuté et on a mis en évidence les obscurités de son écologie. Mais ces tableaux ont l'avantage de présenter une classification écologique commode des divers Orthoptères qu'on rencontre dans les Alpes, par rapport aux deux facteurs les plus importants qui conditionnent leur répartition.

Il aurait été souhaitable de pouvoir tracer sur ces tableaux la limite

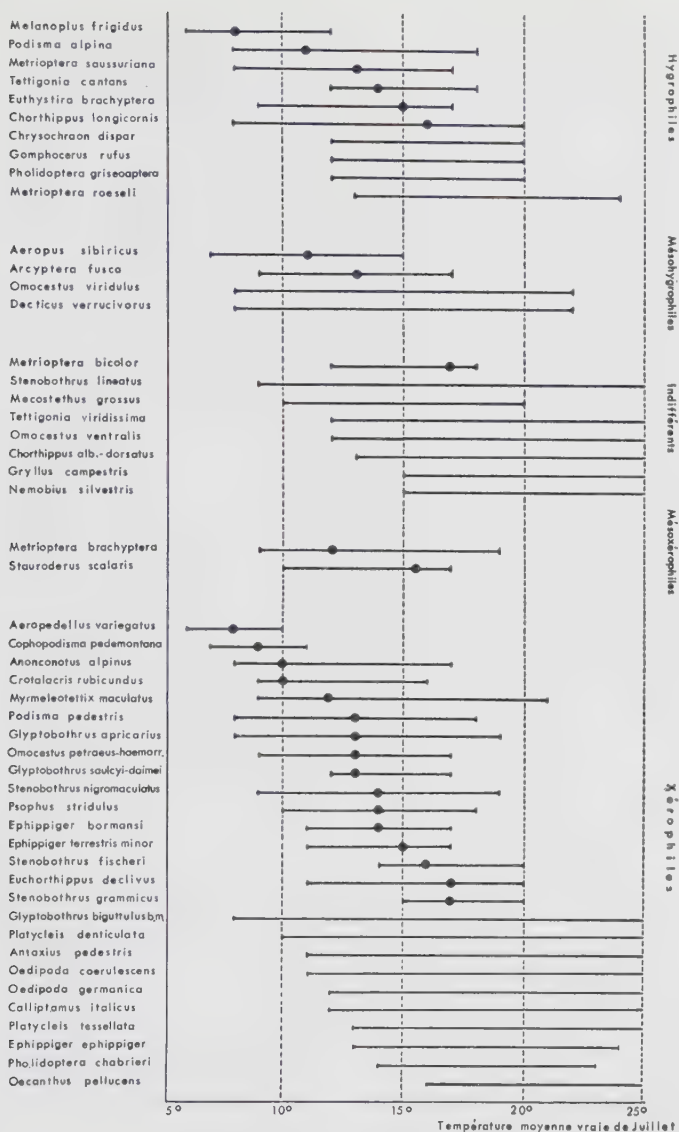


FIG. 201. — Pour chaque espèce, un segment de droite, repéré dans l'échelle des températures moyennes vraies de juillet, indique son *domaine d'existence*, entre le minimum et le maximum supportable; l'optimum est repéré par un • chaque fois qu'il a pu être déterminé.

de température correspondant à la limite plaine-montagne, qui aurait ainsi indiqué immédiatement le domaine de chaque espèce; malheureusement, il a fallu y renoncer, car elle dépend dans de beaucoup trop grandes limites de la chaîne considérée et de sa position géographique dans le très vaste ensemble des Alpes françaises.

ORIGINE DES DIFFÉRENTS CONSTITUANTS
DE LA FAUNE DES ALPES FRANÇAISES

L'immense extension des glaciers au Quaternaire dans les Alpes françaises implique pratiquement que presque tout le territoire occupé à l'heure actuelle par les Orthoptères n'a été colonisé qu'à la période post-glaciaire. Le peuplement actuel est donc très *récent*. Naturellement, la faune ne s'est pas entièrement renouvelée et il est certain que des espèces qui peuplaient le massif alpin avant les glaciations ont pu trouver, au voisinage, des lieux de refuge où elles ont pu subsister et reconquérir par la suite les territoires perdus.

Plusieurs glaciations se sont succédé sur les Alpes dont deux au moins, celle de Riss et de Würm, ont laissé des traces encore suffisamment interprétables; elles ont été séparées par des périodes plus chaudes et plus sèches où la faune pouvait pénétrer en montagne. Ces oscillations ont fait l'objet d'innombrables travaux des spécialistes du Quaternaire, mais il y subsiste encore beaucoup d'inconnu, bien qu'il s'agisse de périodes géologiquement toutes récentes. Malheureusement, pour le sujet qui nous occupe, les renseignements se réduisent pratiquement à rien; les insectes ne se fossilisent d'une manière reconnaissable que dans des cas extrêmement rares et on ne peut guère citer pour les terrains récents que la faune de Starunia, dans les Carpathes polonaises, étudiée par ZEUNER (1947) et appartenant à la glaciation würmienne.

On en est donc réduit, pour se faire une idée de l'évolution à ces périodes récentes du peuplement des Alpes, aux renseignements fondés sur la *distribution* actuelle des différentes espèces et les affinités de celles-ci entre elles, lorsque la spéciation par ségrégation a eu le temps de se faire sentir. C'est là évidemment une base fragile qui ne peut encore donner lieu qu'à des hypothèses plus ou moins hasardeuses. La prudence est donc de règle sur ce problème; on a pu cependant dégager quelques données qui semblent à l'heure actuelle vraisemblables, bien qu'on ne puisse guère encore les vérifier par d'autres méthodes.

Le cadre même de ce travail, limité aux Alpes françaises, ne permet guère d'incursions dans ce domaine. On a essayé cependant d'y apporter une contribution modeste par un point de vue différent, grâce à l'étude des *exigences écologiques* des différentes espèces, étudiées précédemment. Ces exigences ont pu évidemment se modifier avec le temps, mais nous n'en savons rien et force sera bien de raisonner sur les données actuelles. Il n'est pas question du reste de tracer une histoire du peuplement des Orthoptères des Alpes françaises, mais simplement de voir si les données écologiques peuvent vérifier les hypothèses faites sur la base de la distribution actuelle des espèces.

Espèces angariennes.

On admet maintenant, surtout à la suite d'UVAROV, qu'une grande partie des espèces françaises, dont la distribution s'étend largement à travers toute la région paléarctique jusqu'au Sud de la Sibérie et au Nord de la Chine, ont leur origine dans ces régions orientales, plus ou moins steppiques, et en seraient venues à différentes époques, surtout récemment, pendant les périodes glaciaires et interglaciaires; c'est la faune dite *angarienne*, dont plusieurs représentants ont à l'heure actuelle une distribution typiquement boréo-alpine (ANDER, 1949). On ne peut qu'être frappé en voyant la faune sibérienne étudiée par RUBTZOV (1934), par sa similitude avec celle des Alpes françaises.

50 espèces ou groupes d'espèces peuplent celles-ci en quantités importantes et ont pu être examinées dans cette étude; les *Tetrix* très intéressants n'ont pu être envisagés en raison de leur rareté et de leur localisation, ainsi que d'autres espèces trop thermophiles pour se rencontrer en nombre assez important dans les Alpes françaises. Il est très intéressant de constater que sur ces 50 espèces, 29, soit plus de la moitié, sont des espèces considérées généralement comme angariennes; de plus, ce sont de beaucoup les plus abondantes et l'on peut dire que la population des Alpes françaises est en très grande majorité angarienne. Beaucoup de ces espèces, en France surtout montagnardes, se rencontrent plus au Nord à des altitudes très basses, par exemple en Allemagne (KUEHLHORN, 1955; WEIDNER, 1941) et en Scandinavie (ANDER, 1945).

Leurs exigences écologiques sont très variées. Comme l'a remarqué GRASSÉ (1929), on y trouve des eurythermes dont les plus abondantes sont *Chorthippus longicornis*, *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, *Stenobothrus lineatus*, *Decticus verrucivorus*, répandus partout en France, et des sténothermes surtout thermophobes, confinées chez nous en altitude, comme *Aeropus sibiricus*, *Euthystira brachyptera*, la plupart des *Podisma sensu lato* et *Tettigonia cantans*.

Même variété dans les exigences hygrométriques : hygrophiles (*Chorthippus longicornis*, *Euthystira brachyptera*), mésohygrophiles (*Arcyptera fusca*), indifférentes (*Stenobothrus lineatus*), mésoxérophiles (*Stauroderus scalaris*), xérophiles (*Podisma pedestris*, *Psophus stridulus*) y sont représentés. Il est donc bien difficile de se faire une idée générale des exigences de cette faune si variée.

Cependant, un caractère est très frappant. Dans la classification écologique des espèces déjà proposée, on avait considéré 11 espèces comme hygrophiles, 4 comme mésohygrophiles. Or, à l'exception de *Pholidoptera griseoptera*, probablement d'origine baltique, et de *Metrioptera saussuriana*, d'origine incertaine, toutes sont angariennes. On peut donc dire que, si la faune angarienne a des exigences écolo-

giques variées, l'affinité pour l'humidité est, pour les espèces des Alpes françaises, un caractère indiquant de manière assez certaine une origine angarienne. Il est assez remarquable de constater ce fait dont l'interprétation reste d'ailleurs difficile.

Espèces méditerranéennes.

Comme dans la plupart des montagnes paléarctiques, ainsi que l'a signalé UVAROV (1928), à côté de l'élément angarien venu d'assez loin, on trouve un élément d'origine locale, composé d'espèces qui se sont adaptées plus ou moins au climat alpin. Les massifs corses (CHOPARD, 1926) ne possèdent pratiquement que des espèces de cette dernière catégorie.

C'est ainsi que dans les Alpes françaises, à côté des espèces angariennes, vivent des espèces d'affinité clairement méditerranéenne, au sens large. L'Europe méridionale est un vaste réservoir, bien plus riche en espèces que l'Europe centrale, les Orthoptères étant en majorité thermophiles et xérophiles, qui a donné aux Alpes françaises, surtout celles du Sud, un certain nombre d'éléments. Certains sont des représentants de la faune française banale, d'autres sont des espèces plus ou moins franchement montagnardes.

Dans le premier cas, il s'agit d'espèces indifférentes au degré d'humidité, et plutôt thermophiles, qui d'ailleurs pénètrent peu en altitude et ne s'y rencontrent que sporadiquement : *Gryllus campestris*, *Nemobius silvestris* — peut-être d'ailleurs d'origine très ancienne — et *Omocestus ventralis*. Tous les autres sont des xérophiles marqués et c'est là un important caractère qui donne de l'unité à ce groupe. On peut distinguer dans celui-ci des espèces franchement thermophiles, mais douées d'une eurythermie plus ou moins grande leur permettant de supporter plus ou moins haut le climat montagnard; ce sont : *Æcanthus pellucens*, dont l'origine pourrait être tropicale, *Platycleis tessellata* et *Ephippiger ephippiger*, ibérique comme tout le genre, probablement, qui ne se hasardent guère à des altitudes bien élevées, *Calliptamus italicus* et *Ædipoda cærulescens* qui peuvent atteindre le sommet de l'étage montagnard, surtout le dernier.

D'autres espèces, enfin, sont *sténothermes*, ce qui les rend plus ou moins franchement montagnardes. Elles se sont différenciées dans des massifs de l'Europe méridionale, à partir d'éléments locaux, et nous avons déjà mentionné dans leur étude écologique individuelle qu'elles avaient probablement pu gagner le Sud des Alpes à la faveur d'un abaissement général de la température dont l'élévation les avait ensuite isolées sur les montagnes. La plupart sont ibériques : *Ephippiger bormansi* et *Ephippiger terrestris minor*, races différenciées sur place à partir d'*Ephippiger* plus banales, *Stenobothrus grammicus* et *St. fischeri* venus d'Espagne, *Glyptobothrus saulcyi daimei* nettement

différent du *saulcyi* des Pyrénées aux ailes plus longues, qui est son origine certaine, *Antaxius pedestris*, ibérique comme tous les *Antaxius* et dont la pénétration jusque dans le massif du Mont Blanc, probablement à partir des Alpes du Sud, pose des problèmes difficiles. *Pholidoptera chabrieri* a une écologie très analogue, mais il est peut-être d'origine balkanique.

Enfin, cette même origine balkanique, en faisant des éléments dits *égéens*, est généralement admise pour *Anonconotus alpinus* et *Crotalacris rubicundus*, espèces franchement montagnardes, voire alpines. Ce sont des espèces fort à part dans la faune actuelle, très différentes de la faune angarienne de haute montagne, très xérophiles et dont la distribution dans les Alpes va nettement en diminuant vers le Nord.

Autres espèces.

Les 29 espèces angariennes et les 17 méditerranéennes au sens large forment l'essentiel de la faune des Alpes françaises. Les 4 dernières ont des origines variées et d'ailleurs souvent incertaines.

On donne fréquemment *Ædipoda germanica*, xérophile, thermophile, mais relativement eurytherme comme une espèce *pontique*; elle semble pourtant bien proche, par sa morphologie et son écologie, d'*Æ. cœrulescens* pour lui donner une origine différente de cette dernière.

Pholidoptera griseoptera n'est probablement pas une espèce *pontique*, comme l'admettent divers auteurs, et KARNY a plus de raisons de lui assigner une origine baltique; en effet, son hygrophilie prononcée, sa sténothermie avec un optimum vers 15 ou 16° sont beaucoup plus appropriées à un climat nordique, et il semble bien que l'espèce aurait eu de la peine à se propager à travers l'Europe méridionale.

L'origine de *Metrioptera saussuriana* est incertaine; c'est une espèce montagnarde stricte, sténotherme, thermophobe et fortement hygrophile; ces caractères indiqueraient une espèce angarienne, mais l'espèce est strictement confinée aux Alpes et n'existe pas en Asie. Plutôt que d'admettre qu'elle y a disparu, il est plus raisonnable de penser qu'elle s'est différenciée dans l'arc alpin lui-même, à partir d'une origine inconnue. *M. brachyptera*, espèce la plus proche, a une écologie bien différente.

Enfin, *Cophopodisma pedemontana* est une espèce très rare, très localisée, à cheval sur la frontière française et piémontaise; elle n'est affine que du *C. pyrenæa* et de diverses espèces italiennes et de l'Europe centrale. Avec beaucoup d'ingéniosité, LA GRECA (1954) en fait des espèces préglaciaires relictés, très sténothermes et thermophobes, confinées dans des territoires exigus par le réchauffement du climat.

L'écologie ne peut malheureusement apporter aucun argument pour ou contre cette hypothèse; mais il est bien certain que la forte sténothermie, jointe à la xérothermie, de cette espèce rend certainement son domaine d'existence très réduit et aléatoire.

Conclusion.

Un nombre trop restreint de faits émerge de cette brève étude : on en retiendra la prédominance des éléments angariens, plus grande encore que pour la faune française en général; presque toutes les autres espèces sont méditerranéennes.

Deux autres faits sont intéressants : presque toutes les espèces hygrophiles sont angariennes, toutes les espèces méditerranéennes sont xérophiles; mais il faut bien prendre garde que la réciproque de ces deux propositions serait grossièrement erronée.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le but principal de ce travail était la recherche, chez les espèces d'Orthoptères qui habitent les Alpes françaises, des rapports entre la *distribution géographique* et les *caractères écologiques* examinés par rapport au *macroclimat*, principalement définis par ses deux grands facteurs : humidité et température, celles-ci repérées, un peu arbitrairement mais de façon justifiée sous forme de l'indice d'aridité de juillet (défini par DE MARTONNE) et de la température moyenne de juillet.

L'étude a été fondée délibérément sur la base la plus *quantitative* possible, seule vraiment efficace, dans cet ordre de recherches. A cet objet, il a été fait environ 300 relevés dans l'ensemble des Alpes françaises, échelonnés sur une période de neuf années, et donnant une évaluation aussi exacte que possible de la faune des Orthoptères aux lieux correspondants. Les proportions des espèces dans ces relevés sont individuellement critiquables, mais interviennent surtout comme éléments de moyennes dans leur étude écologique; on obtient ainsi des résultats très valables et dont le recoupement par tous les renseignements qu'on possède déjà montre le bien-fondé.

Dans la première partie, à l'imitation de nombreux travaux étrangers sur des massifs de faible étendue, on a cherché à donner une description aussi exacte que possible des faunes d'Orthoptères des différentes régions des Alpes françaises, en étudiant pour chacune successivement les basses vallées, la zone montagnarde et les hautes altitudes. Malgré la part d'arbitraire que comporte forcément un tel découpage, la plupart de ces régions ont pu être choisies de manière à présenter une réelle individualité. On y a mis en évidence deux grandes sortes d'éléments : les espèces ubiquistes, présentes en plaine mais s'avancant plus ou moins haut en altitude, et les espèces proprement montagnardes où l'optimum plus ou moins élevé crée une affinité pour la zone d'altitude moyenne ou pour la zone franchement alpine.

Un élément important de ces faunes est formé par les espèces qui, au moins dans nos Alpes, sont *endémiques* d'une ou plusieurs régions et contribuent à l'originalité de celles-ci : on citera par exemple *Cophopodisma pedemontana*, *Aeropedellus variegatus* localisés dans les régions les plus orientales, *Metrioptera saussuriana* confiné aux Alpes du Nord ainsi que *Podisma alpina*, et le cortège des espèces qui ne vivent que sur le bord méridional de la chaîne alpine, surtout d'origine méditerranéenne, voire ibérique : *Ephippiger bormansi*,

Ephippiger terrestris minor, *Pholidoptera chabrieri*, *Stenobothrus grammicus*, *Stenobothrus fischeri*, *Glyptobothrus sauleyi daimi*.

D'une façon moins évidente mais tout aussi importante dans la distinction des faunes des différentes régions, le rapport des proportions dans les relevés de quelques espèces communes ou même ubiquistes s'est révélé très démonstratif. Le plus utile à cet égard est formé par le couple d'espèces *Chorthippus longicornis* et *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis* dont le rapport des proportions donne d'utiles renseignements sur le microclimat, et dont le rapport des fréquences dans un ensemble de relevés de la même région est en rapport étroit avec le macroclimat.

A la fin d'un tel travail, il est possible d'acquérir une excellente connaissance des faunes régionales, au point de pouvoir déterminer approximativement l'endroit des Alpes françaises d'où vient un prélèvement d'Orthoptères, ou de prévoir en arrivant dans une prairie quelles espèces on va y trouver.

La seconde partie de cette étude est formée de monographies écologiques de toutes les espèces rencontrées. Sur certaines, très rares dans les Alpes, on ne peut donner que des renseignements très fragmentaires; pour d'autres, plus répandues — une quarantaine environ —, il a été possible d'étudier avec précision la répartition géographique sur l'ensemble du territoire envisagé et d'en dégager l'influence des deux principaux facteurs du macroclimat. On a pu ainsi mettre en évidence les limites d'humidité et de température moyenne entre lesquelles l'espèce existe normalement et d'étudier l'influence de ces deux facteurs sur sa fréquence et sa densité. A partir de ces données, il est possible de prévoir *en dehors du domaine alpin* dans quelles régions l'espèce doit être présente ou absente, principalement en France sur le territoire de laquelle on possède de bonnes données climatiques et où la comparaison ne risque pas trop d'être faussée par l'existence de races géographiques d'écologie différente. Pour la plupart des espèces étudiées, l'accord des prévisions faites d'après les facteurs écologiques mis en évidence et de l'aire de répartition effective, fréquemment bien connue, a été excellent. Ceci justifie *a posteriori* la méthode employée et montre que le choix des deux facteurs climatiques principaux utilisés avait été judicieux, bien qu'il eût pu paraître assez arbitraire.

Toutefois, cinq espèces : *Antaxius pedestris*, *Metrioptera brachyptera*, *Omocestus hæmorrhoidalis*, *Myrmeleotettix maculatus*, *Arcyptera fusca* ont une répartition géographique qui ne s'accorde pas de façon satisfaisante avec les caractères écologiques utilisés. Il est probable que d'autres facteurs ont sur ces espèces une action plus profonde, et des recherches supplémentaires seront nécessaires pour les mettre en évidence. Si l'on considère le nombre important des espèces examinées, il ne faut pas exagérer l'importance de ces insuccès qui apportent d'ailleurs toujours des résultats positifs.

Un phénomène intéressant a pu être remarqué chez plusieurs Orthoptères présentant une affinité marquée pour les climats secs ou humides, les uns hygrophiles : *Tettigonia cantans*, *Podisma alpina*; les autres xérophiles : *Anonconotus alpinus*, *Podisma pedestris*, *Psophus stridulus*, *Crotalacris rubicundus*, *Glyptobothrus apricarius*. Il s'agit d'une interaction très marquée entre humidité et moyenne de température, aboutissant généralement à rendre l'insecte plus eurytherme lorsqu'il est placé dans les climats où l'hygrométrie lui est particulièrement favorable, parfois au phénomène inverse (cas de *Glyptobothrus apricarius*). Cette particularité est très importante pour expliquer des détails de répartition géographique surprenants au premier abord. Une telle étude exige malheureusement beaucoup de données sur l'espèce et ne peut se faire de façon correcte que sur des Orthoptères assez communs, présents dans un nombre de relevés suffisant. Il est probable que des recherches plus approfondies mettraient ce phénomène en évidence sur d'autres espèces, permettant ainsi une meilleure explication de leur répartition.

La récolte de 20 000 Orthoptères très largement répartis sur toute la surface des Alpes, dans des microclimats très divers et à toutes les altitudes où l'on commence à rencontrer une faune montagnarde, a permis la constitution d'un matériel très important, strictement classé par relevé, dont l'étude pouvait contribuer à éclaircir divers problèmes touchant la biologie de ces insectes. Les résultats qui s'y rapportent font l'objet de la troisième partie de ce travail.

L'estimation approchée de la *proportion de formes jeunes* dans les relevés a permis de faire, pour chaque date de l'été, une évaluation globale de cette proportion dans l'ensemble des Alpes; le taux de jeunes décroît très régulièrement, montrant la validité de ces estimations. On constate de plus que, pour une date donnée, la proportion de jeunes passe par un maximum pour une altitude de 1 500 m, ce qui semble mettre en évidence un cycle extrêmement court pour l'ensemble des espèces de très haute altitude.

On a estimé de même la *densité globale* d'Orthoptères dans chaque relevé et on a pu ainsi constater qu'aux altitudes inférieures à 2 000 m, elle est nettement plus élevée dans les Alpes du Sud que dans les Alpes du Nord; cette proportion s'inverse aux altitudes supérieures, résultat intéressant et inattendu. On a pu de même évaluer très grossièrement la masse totale des Orthoptères présents à la belle saison sur l'ensemble du territoire des Alpes françaises, et il est impressionnant de constater qu'elle doit être de l'ordre de 100 000 tonnes.

On admet depuis longtemps que les Orthoptères de montagne sont fréquemment brachyptères; on a essayé ici d'asseoir cette notion sur des bases objectives en calculant pour chaque altitude le *coefficient de brachyptérisme global* de la population. Il a été nécessaire de n'utiliser pour cela que des groupes assez restreints où ce coefficient aurait une signification homogène. On a choisi pour cela les *Tettigoniidae*, qui

forment la majorité des Ensifères récoltés, et les Acridiens en négligeant les *Tetrigidæ*. L'étude a montré sans doute possible que le *brachyptérisme global des populations* croissait très régulièrement avec l'altitude dans les deux groupes. Cette notion intuitive a donc été justifiée pleinement par une statistique objective.

Bien des Orthoptères, normalement brachyptères, présentent une *forme macroptère*, plus ou moins rare. BACCETTI (1958), trouvant ensemble, en un même point et en quantité, des formes macroptères de *Chorthippus longicornis*, *Chorthippus dorsatus*, et *Euchorthippus declivus*, en conclut à juste titre qu'elles sont déterminées par les conditions du milieu; ce point de vue rejoint celui de RAMME (1931) à propos de *Metrioptera ræseli*. On a cherché à vérifier cette hypothèse en examinant si les formes macroptères trouvées dans nos propres relevés présentaient, par rapport aux espèces correspondantes, une répartition différente suivant l'indice d'aridité. Malgré le petit nombre de sujets recueillis, les résultats prouvent de façon assez nette que le climat humide favorise grandement l'apparition de ces sujets aberrants, dont le processus exact reste d'ailleurs à étudier.

A la lumière des monographies qui forment la seconde partie de ce travail, il a paru intéressant de présenter un essai de *classification écologique des espèces*, de façon à résumer l'ensemble de ces résultats sous une forme synthétique. Cette classification est fondée principalement sur la xérophilie ou l'hygrophilie plus ou moins prononcée des Orthoptères et sur l'intervalle de température dans lequel ils peuvent prospérer; ces facteurs sont évidemment définis par rapport au macroclimat, seul intéressant dans ses rapports avec la répartition géographique. Toutes les espèces ont pu y être placées de façon satisfaisante. On constatera que cette classification est assez différente de celle qu'avait proposée RUBTZOV (1934) pour les Orthoptères communs de Sibérie, qui se retrouvent presque tous dans nos Alpes; elle se fondait d'ailleurs en grande partie sur le microclimat et la fertilité des espèces suivant les conditions, et il n'est pas étonnant d'arriver à d'autres conclusions en partant de données aussi différentes.

La capture d'une vingtaine de milliers d'Orthoptères permettait d'évaluer dans les Alpes françaises — tout au moins au-dessus d'une certaine altitude — la *proportion de chaque espèce* dans la population. L'espèce la plus abondante s'est révélée être *Stauroderus scalaris* suivie de très près par *Chorthippus longicornis*, puis de plus loin par *Glyptobothrus biguttulus-bicolor-mollis*, toutes trois formant ensemble 43,1 % des captures. Puis viennent *Aeropus sibiricus*, *Glyptobothrus apricarius*, *Stenobothrus lineatus*, *Arcyptera fusca*, *Euthystira brachyptera*, *Podisma pedestris*, *Omocestus hæmorrhoidalis-petræus* qui en forment encore ensemble 30,5 %. On trouve au total 90,5 % d'Acridiens pour 9,5 % d'Ensifères.

L'*histoire du peuplement* des Alpes françaises échappe au cadre de ce travail; il a paru cependant intéressant de mettre les caractères

écologiques des espèces en rapport avec leur origine admise généralement. Leur grande majorité est angarienne ou méditerranéenne et on retiendra seulement ces deux faits : les espèces hygrophiles sont presque toutes angariennes — la réciproque n'est d'ailleurs pas vraie —, et les espèces méditerranéennes sont pratiquement toutes xérophiles.

Tant pour l'étude des populations régionales d'Orthoptères que pour celle des rapports entre l'écologie et la répartition géographique des espèces et pour celle des problèmes biologiques plus généraux posés par ces insectes, la méthode des relevés quantitatifs a pleinement rempli son but.

BIBLIOGRAPHIE

1950. ADAMOVICH (Z. R.). — Quelques analyses biométriques de l'*Ædipoda cærulescens* L. (*Bull. Mus. Hist. nat. Pays serbe*, Belgrad, 3-4).
1956. ADAMOVIČ (Ž R.). — Orthoptera collected in the surrounding country of Mostar, Hercegovina (*Glasn. Prirod. Muz. srpske Zeml*, Ser. B. Jugosl., **8**, p. 129-162).
1915. ADAMS (C. A.). — An ecological study of prairie and forest Invertebrates (*Bull. Ill. Lab. nat. Hist.*, **11**, p. 31-280).
1933. ALEXANDER (G.). — Some relations between altitude and the distribution of *Acrididae* in Colorado (*Ann. ent. Soc. Am.*, **26**, p. 586-590).
1907. ADELUNG (N.). — Beitrag zur Kenntnis der Orthopterenfauna Transkaukasiens (*Hor. Soc. Ent. Ross.*, **38**, p. 32-81).
1949. ALLEE (W. C.), EMERSON (A. E.), PARK (O.), PARK (T.) et SCHMIDT (K. P.). — *Principles of animal ecology* (W. B. Saunders, édit., Philadelphie).
1951. ALLEE (W. C.) et SCHMIDT (K. P.). — *Ecological Animal Geography* (2^e édition refondue de HESSE [R.] : *Tiergeographie auf oekologischer Grundlage*, 1937. John Wiley, New-York).
1945. ANDER (K.). — *Catalogus Insectorum Sueciæ. V : Orthoptera* (Opusc. Ent. Soc. Ent. Lund., p. 127-134). — 1949. Die boreoalpinen Orthopteren Europas (Opusc. Entom., p. 89-104). — 1950. The mountain fauna of the Virihaure area in Swedish Lapland II. Special account-Orthoptera (*Acta Univ. Lund.*, N. F. 56 Avd. 2, n° 2).
1954. ANDREWARTHA (H. G.) et BIRCH (L. C.). — *The distribution and abundance of animals* (The University of Chicago Press).
1900. ANGOT (A.). — Etudes sur le climat de la France (Températures), I (*Ann. Bureau Centr. Météor.*, Mémoires 1900, p. 33-118). — 1905. Etudes sur le climat de la France (Températures), II (*Ann. Bureau Centr. Météor.*, Mémoires 1905, p. 41-130). — 1907. Etudes sur le climat de la France (Températures), III (*Ann. Bureau Centr. Météor.*, Mémoires 1907). — 1921. Le régime pluviométrique de la France, IV. Région du Sud-Est (*Ann. de Géographie*, **30**, p. 32-49).
1957. ARNOL'DI (K. V.). — La théorie de l'aire de répartition et ses rapports avec l'écologie et l'origine des populations (en russe) (résumé anglais) (*Zool. Zh.*, SSSR, **56**, p. 1609-1629).
- 1945 et années suivantes. *Atlas de la France* (Editions géographiques de France, Paris).
1888. AZAM (J.) et FINOT (A.). — *Catalogue des Insectes Orthoptères observés jusqu'à ce jour dans le Var et les Alpes-Maritimes* (Draguignan).
1892. AZAM (J.). — *Catalogue des Insectes Orthoptères observés jusqu'à ce jour dans les Basses-Alpes* (Digne). — 1901. Catalogue synonymique et systématique des Orthoptères de France (*Misc. ent.*, **9**).
1954. BACCETTI (B.). — Note su alcuni Ortoteri italiani di alta montagna (*Redia*, **39**, p. 361-394). — 1957. Notulæ Orthopterologicæ. V : Osservazioni zoogeografiche e carilogiche sul genere *Podisma* (*Redia*, **42**, p. 231-258). — 1958. Notulæ Orthopterologicæ. X : Indagini sugli Ortoteri del Gran Sasso d'Italia per il Centro di Entomologia alpina (*Redia*, **43**, p. 351-450). — 1959. Notulæ orthopterologicæ. XI : Ortoteroidi della regione Etna (*Mem. Soc. ent. ital.*, **38**, p. 5-14).
1958. BARAN (I.). — Badania nad prostoskrzydymi (Orthoptera) lak Zemborzyc i Wrotkowa (pow. Lublin). (Recherches sur les Orthoptères des prairies des environs de Zemborzyc et de Wrotkow dans le district de Lublin.) (*Ann. Univ. Mariæ Curie-Skłodowska*, Sect C. **13**, p. 199-211).

1926. BARANOW (W.) et BEI-BIENKO (G. J.). — Ueber eine phytoökologische Charakteristik der Standorte der saltatoren Orthopteren in Altai (*Izv. Zapadno-Sibirsk Otd. R. Geogr. Ora Omsk*, **5**, p. 1-20).
1930. BEI-BIENKO (G. J.). — The zonal and ecological distribution of Acrididae in West Siberian and Zaisan plains (*Bull. of Plant Protect.*, **1**, p. 51-90).
1913. BÉNÉVENT (E.). — La pluviosité de la France du Sud-Est (*Travaux Inst. Géogr. Alpine*, 1913, p. 323-442). — 1926. Le climat des Alpes françaises (*Mém. Office Nat. Météor.*, n° 14).
1955. BODENHEIMER. — *Précis d'écologie animale* (trad. Théodoridès) (Payot, Paris).
1898. BOLIVAR (I.). — Catalogo sinoptico de los Ortopteros de la Fauna iberica (*Ann. Sc. nat. Porto*, IV et V).
1960. BONFILS (J.). — Notes sur quelques Orthoptères de la Corse (*Bull. Soc. Ent. Fr.*, **65**, n° 3-4, p. 84-91).
1882. BRUNNER VON WATTENWYL (C.). — *Prodromus der Europäischen Orthopteren*. Leipzig.
1921. BUCKELL (E. R.). — Notes on the ecological distribution of some Orthoptera from the Chilcotin District of British Columbia (*Proc. Ent. Soc. Br. Col.*, **18**, p. 32-38).
1910. BURR (M.). — *A synopsis of the Orthoptera of Western Europe* (Oliver Janson, London). — 1935. The origin of the British Orthoptera (*Discovery*, 1935, p. 317-320).
1941. CANTRALL (I. J.). — Compendium of entomological methods. Part II : Notes on collecting and preserving Orthoptera (*Ward's Nat. Sci. Est. [Rochester]*, p. 1-20). — 1943. The ecology of the Orthoptera and Dermaptera of the George Reserve, Michigan (*Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Mich.*, **54**, p. 1-182).
1951. CARPENTIER (F.). — Sauterelles de Belgique (*Bull. et Ann. Soc. Ent. Belg.*, **87**, p. 100-105).
1952. CHETYRKINA (J. A.). — Les Orthoptères des régions forestières du fleuve Oural (en russe) (*Trav. Inst. Zoo. Acad. Sci. U. R. S. S.*, Leningrad, **11**, p. 133-141).
1926. CHOPARD (L.). — Les Orthoptères in Le peuplement de la Corse (*Mém. Soc. Biogéogr.*, **1**, p. 209-214). — 1928. La faune des Orthoptères des montagnes des Etats-Unis et ses rapports avec la faune paléarctique (*Mém. Soc. Biogéogr.*, **2**, p. 142-149). — 1938. *La biologie des Orthoptères* (Lechevalier, Paris). — 1943. *Faune de l'Empire français. I. Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord* (Larose, Paris). — 1949. Ordre des Orthoptères (p. 617-722) in *Traité de Zoologie*, publié sous la direction de P. P. GRASSÉ, vol. IX (Masson et C^{ie}, édit., Paris). — 1951. *Faune de France, tome 56 : Orthoptéroïdes* (Lechevalier, Paris).
1939. CLEMENTS (F. E.) et SHELFORD (V. E.). — *Bio-Ecology* (John Wiley, New-York).
1953. CLOUDESLEY-THOMPSON (I. L.). — The significance of fluctuating temperatures on the physiology and ecology of insects (*Entomologist.*, **86**, p. 183-189, London).
1957. COULIANOS (C. C.). — Temperatur — och evaporations preferenda hos vissa marklevande insekter; experiment med *Mecostethus grossus* (*Entomol. T., Sverige*, **78**, p. 265-268).
1960. CYPLENKOV (E. P.). — Les Acridiens de la province du Sinkiang (en russe). (*Entomol. Obozr. SSSR*, **39**, n° 3, p. 610-616).
1909. DALLA TORRE (K. von). — Polare Grenzen der Orthopteren in Tirol. Eine zoogeographische Skizze (*Ent. Jahrb.*, **18**, p. 172-176).
1937. EBNER (R.). — Orthopteren-Studien in Nordwest-Tirol (*Konowia*, **14**). — 1951 a. Kritisches Verzeichnis der orthopteroiden Insekten von Österreich (*Verh. Zool. bot. Ges. Wien*, **92**, p. 143-165). — 1951 b. Zur näheren Kenntnis einer boreoalpiner Orthopteren-Art (*Aeropedellus variegatus* FW) (*Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **58**, p. 108-117). — 1953. *Saltatoria, Dermaptera, Blattodea, Mantodea* in *Catalogus faunæ Austriæ*, Teil XIII a, Wien.
1853. FIEBER (FR. X.). — Synopsis der europäischen Orthopteren (*Lotos*).
1859. FISCHER (L. H.). — *Orthoptera Europea* (Leipzig).

1915. FOX (H.). — Notes on Orthoptera and orthopteran habitats in the vicinity of Lafayette, Indiana (*Proc. Ind. Acad. Sci.*, 1914, p. 287-321).
1933. FRANZ (H.). — Auswirkungen des Mikroklimas auf die Verbreitung mitteleuropäischer xerophiler Orthopteren (*Zoogeographica*, **1**, p. 551-565). — 1943. Die Landtierwelt der mittleren Hohen Tauern (*Denkschr. Akad. Wiss. Math. Nat. Kl.*, 107 Bd., Wien).
1953. FRIAU (JAMES J.). — An ecological study of the Dermaptera and Orthoptera of the Welaka Area in Northern Florida (*Ecologic. Monogr.*, **23**, p. 79-126).
1921. FRUHSTORFER (H.). — Die Orthopteren der Schweiz und der Nachbarländer auf geographischer sowie oekologischer Grundlage mit Berücksichtigung der fossilen Arten (*Arch. f. Naturg.*, **87**, p. 1-262).
1915. FULTON (B. B.). — The tree crickets of New York : life history and bionomics (*N. Y. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.*, **42**, p. 1-47).
1952. FULTON (R.). — Speciation in the field-cricket (*Evolution, Lancaster*, **6**, p. 238-295).
1959. GABBUTT (P. D.). — The bionomics of the wood cricket, *Nemobius silvestris* (*J. animal Ecol.*, **28**, p. 15-42).
1954. GALVAGNI (A.). — Studio ecologico-sistematico sugli Ortotteroidei di un' alta valle alpina (Val di Genova-Trentino) (*St. Trent. di Sc. Nat.*, **31**, p. 61-102). — 1956. Primo contributo alla conoscenza degli Ortotteroidei dei Colli Euganei (Veneto) (*Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona*, **5**, p. 337-359). — 1959. Studio ecologico sistematico sugli Ortotteroidei dei Monti Sibillini (Apennino umbro-marchigiano) (*Mem. del Museo Civico di St. Nat. Verona*, **7**, p. 1-76).
1960. GANGWERE (S. K.). — The feeding and culturing of Orthoptera in the laboratory (*Entomol. News*. [U. S. A.], **71**, n° 1, p. 7-13).
1930. GAUSE (F. F.). — Studies on the ecology of the Orthoptera (*Ecology*, **11**).
1939. GERASIMOV (I. P.) et MARKOV (K. K.). — The glacial Period in the Territory of U. S. S. R. (en russe avec résumé en anglais) (*Akad. Nauk. SSSR Trud. Inst. Geogr.*, **33**, Moscou).
1936. GÖTZ (W. H.). — Klimatische Grundlagen des Vorkommens von *Polysarcus denticaudus* (Orthopt.) im Gebiet der Schwäbischen Alb. (*Jahresb. Ver. Vaterl. Naturh. Würtemb.*, p. 139-153).
1897. GRABER (V.). — Die Orthopteren Tirols mit besonderer Rücksicht auf ihre Lebensweise und geographische Verbreitung (*Verh., Zool. bot. Ges.*, Wien, **27**, p. 251-280).
1929. GRASSÉ (P. P.). — Etude écologique et biogéographique sur les Orthoptères français (*Bull. biol. Fr. Belg.*, **63**, p. 489-547).
1944. GRASSÉ (P. P.) et HOLLANDE (A.). — Notes systématiques et biologiques sur les Acridiens du genre *Calliptamus* (Serville) (*Arch. Zool. exp. gén.*, Note et Revue, p. 49-69).
1957. HARZ (KURT). — Die Geradflügler Mitteleuropas (Gustav Fischer, Iéna).
1951. HOFMÄNNER (B.). — Die Geradflügler (Dermaptera und Orthoptera) des schweizerischen Nationalparks und der Angrenzenden Gebiete (*Ergeb. wiss. Untersuch. schweiz. Nationalparks*, **3**, p. 237-311).
1955. HÖLZEL (E.). — Die Heuschrecken und Grillen Kärntens (*Carinthia*, **2**, 19, Sonderheft).
1937. ISELY (F. B.). — Seasonal succession, soil relations, numbers, and regional distribution of northwestern Texas acridians (*Ecol. Monog.*, **7**, p. 317-344). — 1938. The relations of Texas Acrididae to plants and soils (*Ecol. Monog.*, **8**, p. 551-604). — 1939. Survival value of Acridian protective coloration (*Ecology*, **19**).
1905. JACOBSON (C.) et BIANCHI (G.). — Die Orthopteren und Pseudoneuropteren des russischen Reiches (*Prem. i Lozhn. Ross. Imp.*).
1958. KARAMAN (M.). — Neue Orthopteren-Arten aus Jugoslawien, insbesondere aus Mazedonien (*Biol. Glasn. Jugosl.*, **11**, p. 35-44).
- 1907 a. KARNY (H.). — Ueber die faunistische Bedeutung flugunfähiger Orthopteren (*Mitt. nat. Ver. Univ. Wien*, **5**, p. 129-136). — 1907 b. Beiträge zur einheimischen Orthopterenfauna (*Verh. Zool. bot. Ges. Wien*, **57**). — 1907 c. Die Orthopteren-

- fauna des Küstengebietes (*Z. Berlin. Ent.*, **52**, p. 17-52). — 1912. Ueber die Reduktion der Flugorgane bei den Orthopteren (*Zool. Jahrb.*, allg. Zool. u. Phys., **33**, p. 27-40).
1952. KEVAN (D. K., Mc E.). — A summary of the recorded distribution of British Orthopteroids (*Trans. Soc. Brit. Ent.*, **11**, p. 165-180). — 1953 *a*. Notes on the distribution of British Orthopteroids (*Journ. Soc. Brit. Ent.*, **4**, p. 119-122). — 1953 *b*. Additional notes on the distribution of British Orthopteroids (*Journ. Soc. Brit. Ent.*, **4**, p. 183-185).
1959. KEY (K. H. L.). — The ecology and biogeography of Australian Grasshoppers and locusts (*Biogeogr. Ecol. Australia*, Den Hadg, Uit geverij Dr. W. Junk, 1959, p. 192-210).
1959. KNETCHEL (W. K.) et POPOVICI-BIZNOȘANU (A.). — *Fauna Republicii Populare Romine Insecta*. VII. 4. Orthoptera Ordinele : Saltatoria, Dermaptera, Blattodea, Mantodea (Bucuresti, Ed. Acad. Republ. Popul. Romine, 1959).
1925. KOZMINSKI (Z.). — Oekologische Untersuchungen an Orthopteren des Urwalds von Bialowicza (*Bull. Ac. Pol. Sc. Lettres*, Série B, p. 447-475).
1953. KUEHLHORN (F.). — Süddeutsche Orthopteren (*Nachrichtenbl. Bayer. Ent.*, Jg 2, 9 et 10). — 1955. Beitrag zur Verbreitung und Oekologie der Geradflügler des Harzes und seines südlichen und östlichen Vorlandes (*Deutsch. Ent. Z.*, N. F., 2, 5).
1953. KUEHNELT (W.). — Kleinklima und Landtierwelt (*Zoogeographica*, I). — 1960. Verbreitung und Lebensweise der Orthopteren der Pyrenäen (*Zool. Beitr. Deutsch.*, **5**, n° 2-3, p. 557-580).
1945. LA GRECA (M.). — Il brachitterismo negli Insetti. Analisi morfologica dell'articolazione alare degli Ortoteri (*Boll. Soc. Natur. Napoli*, **60**, p. 52-57). — 1951. Sulla distribuzione ed origine della fauna ortoterologica degli Appennini (*Ann. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **3**, p. 1-30). — 1954 *a*. Riduzione e scomparsa delle ali negli Insetti Pterigoti (*Arch. Zool. Ital.*, **39**, p. 361-440). — 1954 *b*. Le *Cophopodisma* (*Orth. Catantopidae*) dell'Appennino ed il loro differenziamento infraspecifico (*Ann. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, **6**, 7, p. 1-20). — 1955. Influenza delle variazioni climatiche del Quaternario sul popolamento entomologico d'alta montagna (*Boll. Zool.*, Torino, **22**, p. 489-562). — 1956. Significato biogeografico di ripartizioni disgiunte in ortoteri non montani d'Italia (*Arch. bot. biogeogr. ital.*, **32**, p. 113-129).
1948. LAMOTTE (M.). — *Introduction à la biologie quantitative* (Masson et C^{ie}, édit., Paris). — 1957. *Initiation aux méthodes statistiques en biologie* (Masson et C^{ie}, édit., Paris). — 1958. Le cycle écologique de la savane d'altitude du Mont Nimba (Guinée) (*Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.*, **89**, 1, p. 119-150).
- 1944 *a*. L'HÉRITIER (Ph.). — Contribution à l'étude du polymorphisme des Orthoptères I. Description de populations polymorphes de quelques espèces d'Acridiens (*C. R. Soc. de Phys. biol. de France*, **18**, 81). — 1944 *b*. Contribution à l'étude du polymorphisme des Orthoptères II. Etude des proportions des divers types en présence (*C. R. Soc. de Phys. biol. de France*, **18**, 81). — 1949. *Les méthodes statistiques dans l'expérimentation biologique* (C. N. R. S. Paris).
1926. LIENHART (R.). — Présence en Lorraine de l'Orthoptère *Chrysochraon dispar* Germar; sa géonomie et observations biologiques sur cette espèce (*C. R. Soc. Biol.*, **95**, p. 690-692). — 1928. Présence de l'Orthoptère *Phasgonura cantans* Fuessly aux environs de Nancy (*C. R. Soc. Biol.*, **98**, p. 451-452). — 1935. Présence de l'insecte Orthoptère *Chrysochraon brachypterus* Oeskey sur le versant alsacien des Vosges. Esquisse biogéographique de cette espèce (*C. R. Soc. Biol.*, **120**, p. 1255-1256).
1920. LUCAS (W. J.). — *A monograph of the British Orthoptera* (Ray Society, London).
1950. LUNAU (C.). — Zur Heuschrecken fauna Schleswig-Holsteins (*Schriften Naturwiss. Ver. Schl. Holst.*, 24).
1953. MARCHAND (H.). — Die Bedeutung der Henschrecken und Schnabelkerfe als Indikatoren verschiedener Graslandtypen (*Beitr. z. Entomologie*, **3**, n° 1-2).

1956. MIKŠIĆ (S.). — Beitrag zur Kenntnis der Biologie von *Aeropus sibiricus* L. von einigen bosnisch-herzegowinischen Gebirgen (*Pflanzenschutz*, **38**, p. 77-85).
1958. MINDRU (C.). — Contributii la studiul acridienilor din Moldova (*An. şti. Univ. Cuza Iaşi*, sect. II, **4**, p. 103-107).
1931. MIRAM (E.). — Beitrag zur Kenntnis der Orthopterenfauna der nördlichen Polarzone mit Berücksichtigung der Dermapteren und Blattodeen (*Zool. Anz.*, **97**, p. 37-46).
1904. MORSE (A. P.). — Researches on North American Acrididæ (*Carnegie Inst. Publ.*, n° 18, p. 1-55). — 1907. Further researches on North American Acrididæ (*Publ. Carnegie Institute*, Wash., **68**, p. 3-54).
1930. NADIG (A.). — Zur Orthopterenfauna Graubündens (*Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens*, **69**, p. 83-149). — 1957. Beitrag zur Kenntnis der Orthopterenfauna der Versilia und der Apuanischen Alpen und ihrer Beziehungen zur Orthopterenfauna der insubrischen Region (*Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens*, **87**, p. 1-71). — 1958. Ueber *Podisma pedestris* und andere ökologisch und zoogeographisch interessante Orthopterenfunde in den Apuanischen Alpen (*Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens*, **88**, p. 56-71). — 1960. Beiträge zur Kenntnis der Orthopteren der Schweiz und angrenzender Gebiete. I. Neubeschreibung von *Ephippiger bormansi* Brünner (*Bull. Soc. Entom. Suisse*, **33**, n° 1-2, p. 27-46).
1948. NAGY (B.). — On the Orthoptera fauna of the Tibany Peninsula (Lake Balaton, western Hungary) (*Arch. Biol. Hung.*, Série II, **18**, p. 59-64).
1938. NIELSEN (E. T.). — Zur Oekologie der Laubheuschrecken (*Saetr. af. Ent. Medd.*, **20**, p. 121-164).
1926. OBENBERGER (J.). — Orthoptères et Dermaptères de la République tchécoslovaque (*Ac. Tchèque des Sc. et Arts*, Prague).
1954. OMODEO (P.). — Aspetti biogeografici della speciazione (*Boll. Zool. U. Z. I.*, **21**, fasc. II, p. 1-56).
1958. PERDECK (A. C.). — The isolating value of specific song patterns in the sibling species of Grasshoppers (*Chortippus brunneus* Thunb. and *C. biguttulus* L.) (*Behaviour*, Nether., 1958, **12**, p. 1-75).
1911. PUSCHNIG (Dr R.). — Biologische Gruppen in der heimischen Orthopterenfauna (*Carinthia*, **2**, p. 103-121).
1955. RABELER (W.). — Zur Ökologie und Systematik von Heuschreckenbeständen nordwestdeutscher Pflanzengesellschaften (*Mitt. Flor-Soziol. Arbeitsgem.*, **5**).
1923. RAMME (W.). — Orthopterologische Ergebnisse meiner Reise nach Oberitalien und Südtirol 1921 (*Arch. Naturg.*, **89** A, 7, p. 145-169). — 1928. Die Orthopteren des arktischen Gebietes (*Fauna arctica*, **5**, p. 641-646, Nachtrag, p. 855-856). — 1931. Beiträge zur Kenntnis der palaearktischen Orthopterenfauna (*Mitt. Zool. Mus. Berlin*, **17**, p. 165-200). — 1933. Beiträge zur palaearktischen Orthopterenfauna II (*Mitt. Zool. Mus. Berlin*, **18**, p. 416-434). — 1940. Beiträge zur Kenntnis der palaearktischen Orthopterenfauna III (*Mitt. Zool. Mus. Berlin*, **24**). — 1950. Die parallele Färbungsvariation (Parallelochromie) der Acrididæ; ihre genetische und phylogenetische Bedeutung (Orthoptera) (*Eos*, Sonderband, 1950). — 1951. *Zur Systematik, Faunistik und Biologie der Orthopteren von Südost-Europa und Vorderasien* (Akademie-Verlag, Berlin).
1932. RANDON (J.). — Les groupements d'Orthoptères du Bas Languedoc (*Bull. biol. Fr. Belg.*, **66**, p. 1-44).
1900. REDTENBACHER (J.). — *Die Dermapteren und Orthopteren von Oesterreich-Ungarn und Deutschland* (Wien).
1916. REHN (J. A. G.) et HÉBARD (M.). — Studies on the Dermaptera and Orthoptera of the Coastal Plain and Piedmont Region of the southeastern U. S. (*Proc. Acad. Nat. Sci. Phil.*, **30**, p. 87-314).
1922. RÉMY (P.). — Orthoptères des Vosges méridionales. Notes biologiques (*Ann. Soc. Linn. Lyon*, **69**, p. 67-72).
1929. RHAM (R. DE). — *Le climat des Alpes méridionales* (Paris, 1929).
1950. RICHTER (W.). — Zur Verbreitung der Orthopteren in Südwestdeutschland (*Jahrb. Ver. Vaterl. Naturk. Württembg.*, 1946-1949, p. 68-69; 1950, p. 149-152).

- 1951. Zur Verbreitung der Orthopteren in Sudwestdeutschland, Folge 2 (*Jahrb. Ver. Vaterl. Naturk. Württembg.*, Jg. 106). — 1954. Zur Verbreitung der Orthopteren in Sudwestdeutschland, Folge 3 (*Jahrb. Ver. Vaterl. Naturk. Württembg.*, Jg. 109).
- 1949 a. ROEBER (H.). — Insekten als Indikatoren des Mikroklimas (*Nat. Rundschau*, Stuttgart, 1949). — 1949 b. Beobachtungen über die Biologie der Waldgrille *Nemobius silvestris* Fabr. (*Natur und Heimat*, Heft 2). — 1951. Die Dermapteren und Orthopteren Westfalens in ökologischer Betrachtung (*Abh. Landesmus. Naturk. Westf.*, **14**, p. 1).
1934. RUBTZOVA (J. A.). — Fertility and climatic adaptations in Siberian Grasshoppers (*Bull. ent. Res.*, **25**, p. 339-348). — 1935. Morphological variations in *Chortippus* (*Bull. ent. Res.*, **24**, p. 499-520).
1928. SAINTE-CLAIRE DEVILLE (J.). — Esquisse du peuplement des Alpes françaises (Coléoptères) (*Mém. Soc. Biogéogr.*, **2**, p. 86-106).
1925. SALFI (M.). — Osservazioni sulla ecologia di alcune specie di Locustidae e Phasgonuridae (*Boll. Soc. Nat. Napoli*, **36**, p. 129-152).
1935. SANSOME (F. W.) et LACOUR (L.). — Genetics on Grasshoppers : *Chortippus parallelus* (*J. Genet.*, **30**, p. 415-422).
1947. SELLIER (R.). — Le polymorphisme alaire chez les Orthoptéroïdes (*Bull. Soc. sc. Bretagne*, **22**, p. 95-112). — 1954. Recherches sur la morphogenèse et le polymorphisme alaires chez les Orthoptères Gryllides (*Ann. Sc. Nat. Zool.*, 11^e série, **16**, p. 595-739).
1862. SÉLYS-LONGCHAMPS (E. DE). — Catalogue raisonné des Orthoptères de Belgique (*Ann. Soc. Ent. Belg.*, **6**). — 1899. Note comparative sur la distribution géographique des Orthoptères en Belgique, en Angleterre et en Hollande (*Ann. Soc. Ent. Belg.*, p. 447-451).
1933. SJÖSTEDT (Y.). — Schwedisch-chinesische wissenschaftliche Expedition nach den Nordwestlichen Provinzen Chinas. Orthoptera. Acrididae (*Ark. f. Zoologi*, Bd 25).
1926. SOKOLOWSKI (J.). — Orthopterous fauna of Poland (*Praca Kom. mat. przyr. Poznan* (B), **4**, p. 97-168).
- 1957 a. STEBAEV (I. V.). — Faune des Orthoptères et des Mantodés de la région au NW de la mer Caspienne (en russe avec résumé anglais) (*Entomol. Oboz. SSSR*, **36**, p. 386-400). — 1957 b. Particularités de l'écologie des insectes dans la zone de transition entre les steppes et les déserts, étudiés d'après l'exemple fourni par les Orthoptères du NW de la région caspienne (en russe) (*Zh. obshch. Biol. SSSR*, **18**, p. 137-152).
1937. STROHECKER (H. F.). — An ecological study of some Orthoptera of the Chicago area (*Ecology*, **18**, 2, p. 231-250).
1955. TEICHMANN (H.). — Beitrag zur Oekologie und Tiergeographie der Heuschrecken Korsikas (Orthoptera, Saltatoria) (*Biol. Zentralblatt*, **74**, H. 5-6, p. 144-273). — 1958. Beitrag zur Oekologie der Heuschrecken in den Bayerischen Alpen (*Zool. Beitr.*, N. F., **4**, 1, p. 83-133).
1941. URQUHART (F. A.). — An ecological study of the Saltatoria of Point Pelee, Ontario (*Univ. Toronto Studies, Biol.*, Sér. 50, p. 1-91).
1921. UVAROV (B. P.). — The geographical distribution of Orthopterous insects in the Caucasus and in Western Asia (*Proc. Zool. Soc. London*, 1921, p. 447-472). — 1928 a. *Locusts and Grasshoppers. A handbook for their study and control* (Imp. Bur. Ent., London). — 1928 b. Orthoptera of the mountains of palaearctic region (*Mém. Soc. Biogéogr.*, **2**, p. 135-141). — 1929. Composition and origin of the Palaearctic fauna of Orthoptera (C. R. X^e Congr. int. Zool., p. 1516-1524). — 1930. *Locusts and Grasshoppers* (Imp. Bur. Ent., London). — 1931 a. Insects and climate (*Trans. ent. Soc. London*, **79**, p. 1-247). — 1931 b. Orthoptera palaearctica critica. VIII. A preliminary revision of the genus *Aeropus* (Gistl) (Acrid.) (*Eos*, **7**, Q1, p. 85-94).
1913. VESTAL (A. G.). — Local distribution of Grasshoppers in relation to plant associations (*Biol. Bull. Woods Hole*, **25**, p. 141-180).

1902. VOSSELER (J.). — Beiträge zur Faunistik und Biologie der Orthopteren Algeriens und Tunesiens (*Zool. Jahrb., Abt. Syst.*, 16-17).
1937. WEIDNER (H.). — Die Geradflügler (*Orthopteroidea* und *Blattoidea*) der Nordmark und Nordwestdeutschlands (*Verh. Ver. Naturw. Heimatf.*, **26**). — 1938 *a*. Die Geradflügler (*Orthopteroidea* und *Blattoidea*) Mitteldeutschlands (*Zeitschr. Naturw.*, **92**). — 1938 *b*. Die Geradflügler (*Orthopteroidea* und *Blattoidea*) der Nordmark und Nordwestdeutschlands (*Verh. Ver. Naturw. Heimatf.*, **27**). — 1939. Die Geradflügler (*Orthopteroidea* und *Blattoidea*) der Nordmark und Nordwestdeutschlands (*Bombus*, n° 8). — 1940. Nachträge zur Orthopterenfauna Mitteldeutschlands (*Zeitschr. Naturw.*, 94). — 1941. Die Geradflügler (*Orthopteroidea* und *Blattoidea*) des unteres Maintales (*Mitt. Münch. Ent. Ges.*, Jg 31, heft 2). — 1950. Oekologische Voraussetzungen für eine intraspezifische Evolution bei Heuschrecken. Neue Ergebnisse und Probleme der Zoologie (KLATT Festschrift), Leipzig. — 1954. Die Heuschrecken von Heizenbrücken (Spessart) (*Nachr. Mus. Aschaffenburg*, 1954). — 1955 *a*. Makroptere Formen zweier gewöhnlich brachypterer Feldheuschrecken (*Mitt. Dtsch. Ent. Ges.*, **14**, heft 2). — 1955 *b*. Die Verbreitung von *Podisma pedestris* L. in Franken (*Mitt. Dtsch. Ent. Ges.*, **14**, heft 3).
1915. ZACHER (F.). — Die Verbreitung der deutschen Geradflügler, ihre Beziehungen zu den Pflanzengesellschaften und ihre Abänderungen in Form und Farbe (*Ent. Ztschr.*, **29**, p. 39-40, 42-43, 47-54, 55-58, 59-62, 66-67). — 1917. *Die Geradflügler und ihre Verbreitung* (Gustav Fischer. Iéna). — 1919. Beiträge zur Kenntnis der Geradflügler des deutschen Alpengebietes (Orth.) (*Ent. Mitt.*, Bd VIII, n° 4-6).
1931. ZEUNER (F. E.). — Die Orthopterenfauna der Tessin (*Deut. Ent. Zeit.*, Berlin, p. 29-36). — 1942. The fossil Acrididæ. III. Acridinæ (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, **11**, 9).
-

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

LES INVERTÉBRÉS TERRESTRES DE L'ILE DE LA POSSESSION (ARCHIPEL DES CROZET)

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 18 juillet 1962.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

MARC ZAMANSKY.

VU

ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur
de l'Académie de Paris,

JEAN ROCHE.

